



Pflanzenkunde



Schwyzstr. 8
8610 Uster

Versuch : verschiedene Feuer Bank

Pflanzenkunde

Dr. Samuel Wegmüller

Pflanzenkunde

Verlag Paul Haupt Bern

Bildernachweis

K. Ammann, Bern (13.6, 15.6, 15.13, 15.15, 20.4, 20.9, 25.6, 25.7); O. Haller, Belp (1.5, 1.9a, 1.9b, 3.11, 7.7, 10.6, 12.16, 32.5, 32.10, 32.11, 32.15, 32.16, 36.3 und Bild auf der Rückseite des Buches); Dr. O. Hegg, Bern (10.3, 10.5, 15.9, 36.1, 36.2); Prof. Dr. D. Jachertz, Bern (26.4); Dr. H. Joss, Bern (38.13); Prof. Dr. E. Landolt, Zürich (3.17, 12.10, 15.17); Dr. K. Lauber, Bern (1.7, 1.8, 1.9h, 1.9f, 1.9g, 3.12, 3.22, 7.12, 7.13, 7.17, 10.4, 12.13, 12.14, 12.15, 13.8, 15.19, 15.21, 15.22, 24.4, 24.5, 24.6, 24.7, 24.8, 24.9, 24.10, 24.11, 24.12, 24.13, 24.14, 24.15, 24.16, 27.4); Dr. G. Siegl, Bern (26.5); Dr. F. Schweingruber, Birmensdorf (30.6); Dr. W. Strasser, Steffisburg (1.9d, 3.18, 7.6, 12.11, 15.3, 15.5, 15.18, 32.12, 32.13 und Umschlagbild); Prof. Dr. M. Welten, Bern (32.9); P. Wirz, Belp (7.16); Verfasser (1.6, 1.9c, 1.9e, 3.9, 3.10, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.19, 3.20, 3.21, 7.11, 7.14, 7.15, 10.7, 10.8, 12.9, 12.12, 13.7, 13.9, 15.7, 15.8, 15.10, 15.11, 15.12, 15.14, 15.16, 15.20, 15.23, 15.24, 20.1, 20.2, 20.3, 20.5, 20.6, 20.7, 20.8, 20.10, 25.1, 25.3, 25.4, 25.5, 25.13, 27.2, 27.3, 27.5, 30.5, 32.6, 32.7, 32.8, 32.14, 36.9, 37.1, 38.12); Kantonales Naturschutzinspektorat, Bern (38.1); Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil (26.2, 26.3); Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Dübendorf (25.15); Eidgenössische Landestopographie, Wabern (36.7); Swissair, Bilderdienst, Zürich (36.8, 36.9); Abbildung 8.10, Seite 58, wurde nach einer Übersichtskarte des Katalogs zur Ausstellung «Brot und Hunger» mit einigen Veränderungen gezeichnet. Herausgeber: Stiftung Schweizerisches Archiv für Brot- und Gebäckkunde, Bern und Schweizerisches Museum für Brot und Gebäck, Luzern.

Sämtliche Zeichnungen stammen von Katharina Bütikofer, Bern

Vorwort

Während vier Jahrzehnten hat das vom Verlag Paul Haupt, Bern, herausgegebene Biologiebuch für Sekundarschulen und Progymnasien gute und weithin geschätzte Dienste geleistet. An seiner Stelle erscheinen nun im gleichen Verlag je ein Band Pflanzenkunde und Tierkunde. Verfasser der Pflanzenkunde ist Dr. Samuel Wegmüller, Nidau. An der Tierkunde haben gearbeitet: Dr. Peter Bopp, Basel: Säugetiere, Martin Schwarz, Basel: Vögel, und Dr. H. U. Morgenthaler, Thun: Niedere Wirbeltiere und Wirbellose. Zahlreiche Hinweise methodischer und fachlicher Natur erhielten die Verfasser von einer entsprechend zusammengesetzten Kommission unter der Leitung von Seminardirektor Dr. Hans Joss, Bern. Besondere Aufmerksamkeit wurde der graphischen Gestaltung und einer reichhaltigen Illustration geschenkt. Mit dieser Aufgabe wurden zwei junge Künstler, Katharina Bütikofer und Urs Brunner, betraut.

Für die Gestaltung des Textes war der nach wie vor geltende Grundsatz maßgebend, daß die klare Erkenntnis beim Einzelwesen beginnt. Daher stehen die Einzeldarstellungen im Vordergrund; ihnen folgt stets eine Erweiterung des Blickfeldes auf den Formenreichtum der Familie als systematische Einheit. Doch soll schon dem heranwachsenden Jugendlichen bewußt werden, daß zwischen dem einzelnen Lebewesen und seiner Umwelt vielfältige Beziehungen bestehen, die schließlich auch der Mensch nachhaltig beeinflusst. Auf diese ökologischen Zusammenhänge wird mehrfach hingewiesen, besonders in den drei Schlußkapiteln der Pflanzenkunde. Ferner wurde versucht, in der Tierkunde nicht nur die äußere Erscheinung eines Tieres darzustellen, sondern auch auf sein Verhalten den Artgenossen und andern Tieren gegenüber hinzuweisen, sowie seine Rolle im Naturhaushalt zu erfassen.

Die beiden Bände gehen möglicherweise da und dort über das absolut Notwendige hinaus. Es ist jedoch nicht die Meinung der Kommission, daß unbedingt der gesamte Stoff «behandelt» werden müsse. Angesichts der beschränkten Stundenzahl, die dem Biologieunterricht auf der Stufe der unteren Mittelschule zugewiesen ist, muß bestimmt eine sinnvolle Auswahl getroffen werden. Daß es möglich ist, eine solche im Laufe der Jahre zu variieren, kann für einen lebendigen Unterricht nur willkommen sein. Auch liegt der Vorteil eines solchen Buches darin, daß es weiteren Kreisen dienen kann. Wir haben dabei an viele weiterführende Schulen ohne ausgesprochen wissenschaftliches Ziel gedacht, für deren Besucher es heute unerläßlich ist, daß sie mit ihrer Umwelt in geeigneter Weise vertraut werden. Sollten schließlich auch die Eltern einen Blick in ein reiches Schulbuch ihres Kindes werfen, so wäre damit ein Wunsch der Verfasser und der Kommission erfüllt.

Das neue Unterrichtswerk ist die Frucht einer guten Zusammenarbeit von Fachkollegen der beiden Kantone Basel-Stadt und Bern. Es darf dies wohl als bescheidener Schritt zur angestrebten Vereinheitlichung unserer schweizerischen Schule gewürdigt werden. Dem Verleger Dr. Max Haupt danken wir für die sorgfältige Gestaltung der zwei Bände und für das Verständnis, welches er unseren Wünschen entgegengebracht hat. Herrn E. Wyss, a. Sekundarlehrer, Münchenbuchsee, danken wir für die Durchsicht der Druckbogen.

Verfasser und Kommission

Inhaltsverzeichnis

Familien der Blütenpflanzen — Teil I

1. Schlüsselblumengewächse	9
2. Blattverwandlungen	14
3. Liliengewächse	16
4. Kreuzblütler	25
5. Blattformen, Blattstellungen, Blütenstände	31
6. Rosengewächse	33
7. Lippenblütler	43
8. Gräser	50

Bestäubung und Befruchtung

9. Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung	61
10. Bestäubung	63
11. Befruchtung	68

Familien der Blütenpflanzen — Teil II

12. Schmetterlingsblütler	70
13. Nachtschattengewächse	76
14. Doldengewächse	81
15. Korbblütler	86

Hasel und Weiden

16. Die Hasel	95
17. Weiden	97

Nadel- und Laubbäume

18. Unsere Nadelbäume	101
19. Laubbäume unserer Wälder	108

Frucht- und Samenverbreitung — Keimung und Entwicklung

20. Verbreitung von Früchten und Samen	113
21. Keimung und Entwicklung	120

Blütenlose Pflanzen

22. Farne	126
23. Moose	133
24. Pilze	138
25. Algen	145
26. Bakterien	151
27. Übersicht über das Pflanzenreich	156

Bau und Leben der Pflanzen

28. Pflanzenzellen	159
29. Bau und Aufgaben der Wurzel	167
30. Stengel und Stamm als leitende Organe	175
31. Das Blatt	179
32. Vom Wasserhaushalt der Pflanzen	182
33. Assimilation — Stoffaufbau	190
34. Atmung — Stoffabbau	195
35. Gärung	198

Lebensgemeinschaften

36. Der Wald	201
37. Verlandung an einem Seeufer	214
38. Hochmoor	219

Familien der Blütenpflanzen — Teil I

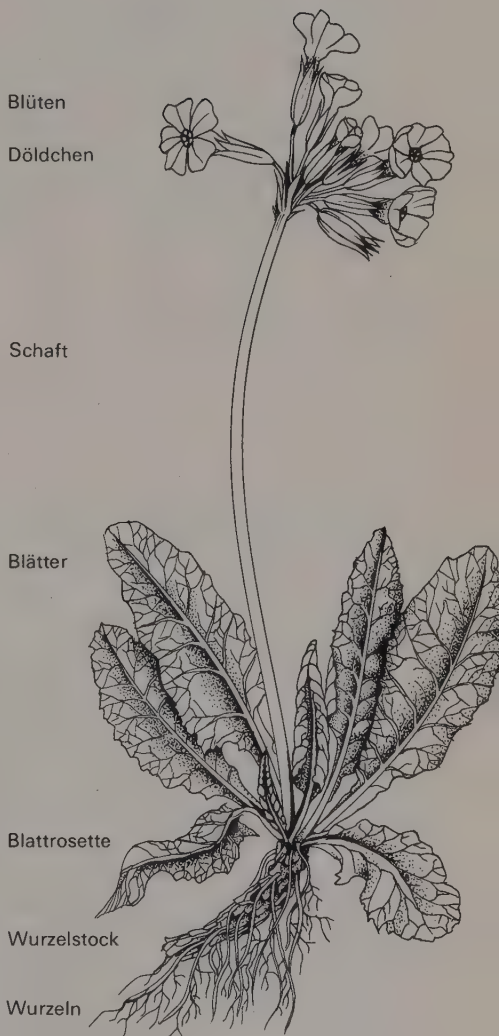
1. Schlüsselblumengewächse

Die Wald-Schlüsselblume

Wenn im Frühjahr die Wiesen ergrünen, leuchten an Bachufern, in feuchten Wiesen und lichten Wäldern die *Wald-Schlüsselblumen* auf. Sie erfreuen uns mit ihren Blüten, die als hellgelbe Farbtupfen weit hin verstreut sind, künden sie uns doch den Einzug des Frühlings an.

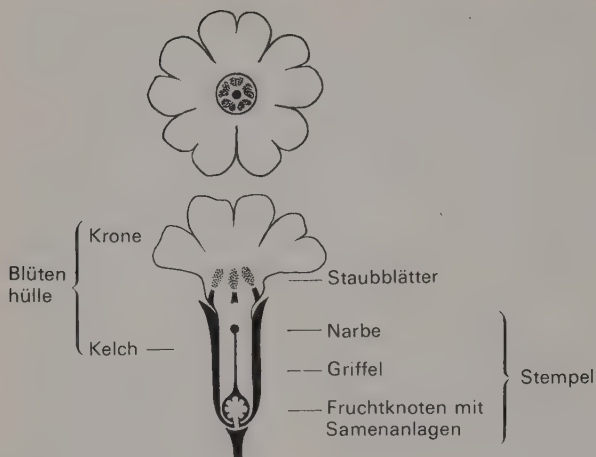
Die Wald-Schlüsselblume (1.1) kann im Frühjahr so zeitig blühen, weil sie bereits im letzten Jahr Baustoffe in ihrer unterirdischen Vorratskammer, dem *Wurzelstock*, eingelagert hat. Dieser überdauerte in der Erde die kalte Jahreszeit. Als der vom Schnee- und Regenwasser durchtränkte Boden wärmer geworden war, begannen die feinfaserigen *Wurzeln* Wasser aufzusaugen. Jetzt kam Leben in die Vorratskammer. Im Verborgenen wurden die gespeicherten Baustoffe im Wasser aufgelöst und zum Austreiben der Pflanze verwendet. Vom vordern Ende des Wurzelstockes her durchstießen die eingerollten, blassen Blättchen bald die feuchte Erde. Wie schön die Pflanze nun in wenigen Tagen geworden ist!

Am Grunde des schlanken *Stengels* sind die *Blätter* im Kreise angeordnet. Sie bilden eine *Blattrosette*, die das Wasser zum Wurzelstock leitet. Jedes Blatt hat eine Hauptader, von der viele fein verzweigte Nebenadern weggehen. Man sagt, das Blatt sei *netznervig*. Da der Stengel selber keine Blätter trägt, nennt man ihn *Schaft*. Oben haben sich einige *Blüten* entfaltet, die mit dünnen, ungefähr gleichlangen Stielchen vom Schaft wegstreben. Sie bilden ein *Döldchen*.



1.1

Wald-Schlüsselblume



1.2
Blütenbau einer kurzgriffligen
Wald-Schlüsselblume



1.3
Blütenbau einer
langgriffligen Wald-Schlüsselblume



1.4
Reife Kapseln
der Wald-Schlüsselblume

Jede einzelne Blüte ist außen von einem fünfzipfligen grünen Becherchen, dem *Kelch*, umgeben (1.2). Er umschließt die hellgelbe *Krone*. Sie besteht aus einer langen Kronröhre, die oben mit einem kleinen Teller von fünf herzförmigen Lappen abschließt. Kelch und Krone bilden die *Blütenhülle*.

Wenn wir jetzt sorgfältig eine der Blüten öffnen, entdecken wir im Innern zwei verschieden gebaute Gebilde (Organe). Auf der Innenseite der Krone sind fünf *Staubblätter* im Kreis angeordnet. Sie sehen allerdings «Blättern» gar nicht ähnlich. Im reifen Zustand geben sie *Blütenstaub* (Pollenkörner) ab. In der Mitte der Kronröhre steht der *Stempel*. Er besteht aus dem kugeligen *Fruchtknoten*, dem ausgezogenen *Griffel* und der *Narbe*. Schneiden wir behutsam den Fruchtknoten auf, entdecken wir im Innern viele weißliche Körnchen, die *Samenanlagen*. Wir verraten schon jetzt, daß daraus die *Samen* hervorgehen werden.

Vergleichen wir auf einer Matte verschiedene Stöcke der Wald-Schlüsselblume, so machen wir die merkwürdige Entdeckung, daß bei den einen die Staubblätter oben am Rand der Kronröhre stehen, der Griffel aber kurz ist (1.2); es sind kurzgrifflige Schlüsselblumen. Bei andern finden wir die Staubblätter in mittlerer Höhe der Kronröhre eingeschlossen, während die Narbe des verlängerten Griffels am Eingang knapp sichtbar ist; dies sind langgrifflige Schlüsselblumen (1.3.) Über den Sinn dieser eigenartigen *Verschiedengrifflichkeit* ist auf Seite 64 mehr zu erfahren. Zählt man auf einer Wiese möglichst viele kurz- und langgrifflige Stöcke, ergibt sich meistens mit kleinen Abweichungen das Verhältnis 1:1.

Nach dem Verblühen werden die Fruchtknoten zu länglichen braunen *Kapseln*, die noch längere Zeit in der Kelchhülle stecken. Sind die Kapseln reif, reißen sie auf (1.4). Wenn der Wind die Schäfte bewegt, fallen die vielen kleinen Samen heraus. Im nächsten Jahr werden daraus auf gutem Boden und unter günstiger Witterung neue Pflänzchen hervorgehen.

Die Wald-Schlüsselblume blüht, um *Samen* zu bilden, damit sie sich fortpflanzen kann.

Verschiedene Schlüsselblumen

Auf trockenen Wiesen magerer Böden treffen wir die *Frühlings-Schlüsselblume* an (1.5). Ihre goldgelben Blüten sind kleiner und geschlossener als jene der Wald-Schlüsselblume und duften süß. Die Kronen weisen am Schlund fünf orangefarbene Tupfen auf. Da die Frühlings-Schlüsselblume durch das häufige Pflücken seltener geworden ist, sollte sie geschont werden.

In Gärten wird neben verschiedenen Zuchtformen oft die großblütige *Schaftlose Schlüsselblume* gezogen (1.6). Ihre langgestielten Blüten entspringen direkt der Blattrosette. In Buchenwäldern des Juras und auf Wiesen des Tessins wachsen diese schmucken Stöcke wild.

Die rotblühende, zierliche *Mehl-Primel* ist auf sumpfigen Berg-Wiesen häufig zu finden (1.7). Ihre Rosettenblätter sind auf der Unterseite weiß-mehlig bestäubt. Die *Aurikel* (1.8) schmückt mit ihren großen, leuchtend gelben Blüten den Kalkfels. Als Kleinod gehört sie zu den geschützten Pflanzen.

Von der Namengebung — Art, Gattung, Familie

Die verschiedenen Schlüsselblumen unterscheiden sich im Bau, in der Form der Blätter und Blüten, in der Blütenfarbe sowie in vielen andern kleinen Merkmalen voneinander. Jede hat eine *bestimmte Gestalt*, ein eigenes «*Gesicht*». Wald- und Frühlings-Schlüsselblume, Mehl-Primel und Aurikel sind *Arten*. Ihre *Nachkommen* werden wieder aussehen wie die *Mutterpflanze*.

Der schwedische Naturforscher *Carl von Linné* (1707—1778) benannte in seinem großen Pflanzensystem, das im Jahre 1735 erschien, alle ihm damals bekannten Pflanzenarten. Dazu verwendete er lateinische und griechische Namen. Verschiedene Botaniker hatten zwar schon vor Linné vielen Arten einen Namen gegeben.

Neu war nun bei Linné, daß er jeder *Art* einen doppelten Namen gab. So heißt die *Frühlings-Schlüsselblume* auf lateinisch *Primula veris*. *Primula*, von primus = der erste, ist der *Gattungsname*, *veris*, von ver, veris = Frühling, ist der näher umschreibende *Artnamen*. Alle *Schlüsselblumen* tragen den Gattungsnamen *Primula*. Dadurch wird ausgedrückt, daß sie in den wesentlichen Merkmalen übereinstimmen, also untereinander verwandt sind. In der Mundart und in der Schriftsprache verwendet man je nach Landesgegend für ein und dieselbe Art oft verschiedene Namen. So heißt die Frühlings-Schlüsselblume auch Himmelsschlüsseli, die Aurikel Flühblume. Es gibt nun Arten, die mit den Schlüsselblumen ebenfalls gemeinsame Merkmale aufweisen, aber in der Verwandtschaft schon entfernter stehen. Auch sie werden nach ihren verwandtschaftlichen Verhältnissen zu Gattungen zusammengefaßt (1.9). Verwandte Gattungen wiederum werden auf Grund gemeinsamer Merkmale zu einer *Familie*, hier zur Familie der *Schlüsselblumengewächse* vereinigt (1.9).



1.5

Frühlings-Schlüsselblume



1.6

Schaftlose Schlüsselblume

1.7

Mehl-Primel

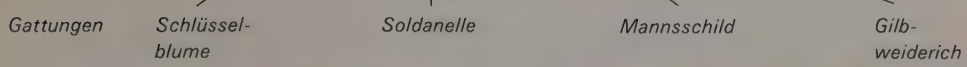


1.8

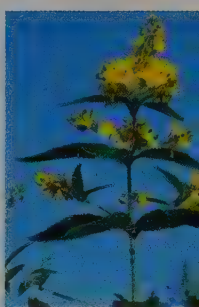
Aurikel



Schlüsselblumengewächse
(Primulaceae)



Arten	Wald-Schlüsselblume	Große Soldanelle	Milchweißer Mannsschild	Pfennigkraut = Münz-Weiderich
-------	---------------------	------------------	-------------------------	----------------------------------



Arten	Rote Felsenprimel und weitere Arten (vergleiche Seite 12)	Kleine Soldanelle	Alpen-Mannsschild und weitere Arten	Gemeiner Weiderich und weitere Arten
-------	---	-------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

Anmerkung: Die Familie der Schlüsselblumengewächse umfaßt außerdem noch andere Gattungen. Die meisten Gattungen weisen mehrere Arten auf.

2. Blattverwandlungen

Von einer sonderbaren Pflanze

Die *Stinkende Nieswurz* (2.1) blüht in Laubwäldern und Hecken vereinzelt schon im Januar, häufig jedoch vom Februar bis zum April. Sie ist im Mittelland selten, im Jura dagegen findet sie sich stellenweise häufig. Das Entdecken der unerwartet blühenden Pflanze inmitten der kahlen, noch winterlichen Wälder überrascht und bereitet Freude. Die *Christrose*, eine nahe Verwandte, wird oft in Gärten gezogen.

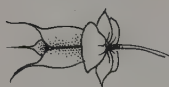
Während viele Pflanzen zur Blütezeit wundervolle Blütenfarben hervorzaubern, bildet die Stinkende Nieswurz nur unscheinbare, hellgrüne *Blütenhüllblätter* aus. Betrachten wir nun die *Blattformen* der Pflanze von unten nach oben, machen wir eine sonderbare Entdeckung (2.2). Im untern Teil des Stengels sind die lederartigen, dunkelgrünen *Laubblätter* lang gestielt, und ihre *Blattspreite* ist tief handförmig geteilt. Bei den höher am Stengel stehenden Blättern wird der *Stiel* breiter und kürzer, wobei die Lappen der Blattspreite mehr und mehr im Blattstiel verschwinden. So verwandeln sich die Laubblätter allmählich in die *Hochblätter*. Noch höher oben gehen die Hoch-



2.1
Stinkende Nieswurz



geöffneter
Stempel mit
Samen



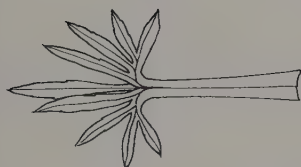
Stempel
(Fruchstand)



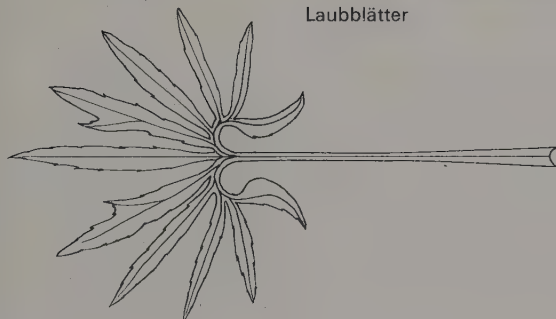
Blütenhüllblatt



Hochblätter



Laubblätter



blätter in kleine, einfache *Blütenhüllblätter* über. Es ist reizvoll, die feinen Übergänge von unten nach oben fortschreitend zu verfolgen. Diese Umgestaltung macht nun bei den Blütenhüllblättern nicht halt. Im Innern der Blüte sind auch die becherförmigen *Honigblätter*, die *Staubblätter* und *Stempel* aus winzigen, umgestalteten Blättchen entstanden. Zu einem spätern Zeitpunkt, wenn die Staubblätter längst verwelkt sind und die Blütenhüllblätter weit abstehen, ist dies an den inzwischen entwickelten Stempeln besonders gut zu sehen. Die Fruchtknoten sind stark angeschwollen. Vorne erkennt man noch die Griffel als fein ausgezogene Spitzen. Jeder der drei Stempel ist aus je einem *Fruchtblatt* entstanden. Bei der Bildung des Stempels wurde es gefaltet, wobei die beiden Blattränder miteinander verwachsen. Im reifen Zustand ist die Verwachsungsnäht noch gut zu erkennen. Die Samen entstehen an den beiden Fruchtblatträndern.

Die Stinkende Nieswurz zeigt, wie die Teile der Blüte aus umgestalteten Blättern hervorgegangen sind. Die einzelnen Blütenteile gleichen den Laubblättern nicht mehr und erfüllen ganz andere Aufgaben. Die *Staubblätter* erzeugen *Blütenstaub*, die *Fruchtblätter* (Stempel) bergen die *Samenanlagen*, die *Blütenhüllblätter* schützen die innern Organe.

3. Liliengewächse *Liliaceen*

Von Garten- und Wildtulpen

Viele Leute setzen im Spätherbst *Tulpenzwiebeln*. Im Frühjahr leuchten dann die großen Tulpenblüten in mannigfaltigen frischen Farbtönen auf. Die meisten der gekauften Tulpenzwiebeln stammen aus Holland, wo man seit 400 Jahren immer neue und noch schönere Tulpensorten heranzüchtet. Diese Arbeit erfordert viel Zeit und Geduld, dauert es doch rund zehn Jahre, bis ein Tulpensämling zum Blühen kommt.

Wildtulpen finden wir bei uns an felsigen, trockenen Hängen des Wallis (3.9). Es gibt aber nur wenige Stellen, wo sie gedeihen. Sie bezaubern durch ihren fremdartigen Reiz, sind es doch eigentliche *Steppenpflanzen*. Ihre Heimat liegt in den trockenen Steppengebieten Vorderasiens. Dort grünen und blühen die Wildtulpen nur während der kurzen Regenzeit im Frühjahr. Zu Beginn der sommerlichen Trockenzeit verdorren sie. Dank ihrem unterirdischen Nährspeicher, der *Zwiebel*, vermögen sie die schlimme Dürre wie auch die langen, strengen Winter zu überstehen und im folgenden Frühjahr neue Pflanzen hervorzubringen. Unsere Gartentulpen stammen von den Wildtulpen der Steppen ab.

Die Tulpenpflanze

An einer sorgfältig ausgegrabenen Tulpenpflanze können wir außer der Zwiebel vier Teile unterscheiden: Wurzel, Stengel, Blätter und Blüte (3.1). Die büscheligen Wurzeln verankern die Pflanze im Boden und saugen Wasser mit Nährsalzen auf, das der Stengel zu den Blättern weiterleitet. Die ungestielten Blätter sind langgestreckt und von zahlreichen feinen Rippen durchzogen, die vom Blattgrund bis zur Blattspitze unverzweigt verlaufen. Das Tulpenblatt ist *streifennervig*. Eine dünne Wachsschicht überzieht Blätter und Sten-



3.1
Gartentulpe



3.9
Wildtulpe (Wallis)



3.10
*Vielblütige Weißwurz
«Salomonssiegel»*



3.12
*Zweiblättrige
Schattenblume*

3.11
Maiglöckchen (Meierysli)



3.13
Vierblättrige Einbeere



3.14
Bären-Lauch



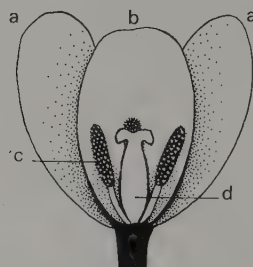
gel. Regentropfen benetzen das rinnenförmige Blatt nicht, sondern kollern darüber hinweg zum Stengel und von da zur Zwiebel und zu den Wurzeln. Die großen Blätter fangen viel Sonnenlicht auf, mit dessen Hilfe sie Baustoffe herstellen.

Die Blüte krönt den schlanken Stengel. Welch ausgewogene Schönheit in ihr liegt! Wir zählen im ganzen sechs farbige *Blütenhüllblätter*; drei stehen auf einem äußern, drei auf einem innern Kreis, wobei die innern genau vor den Lücken der äußern angeordnet sind (3.2, 3.3, 3.4). In der Sonnenwärme öffnet sich die Blütenhülle; vor der Abkühlung am Abend oder bei Regen schließt sie sich und schützt die Fortpflanzungsorgane. Die sechs kräftig gebauten Staubblätter stehen wie die Blütenhüllblätter ebenfalls auf zwei Kreisen. Gefüllten Tulpenblüten fehlen die Staubblätter; sie sind zu Blütenhüllblättern umgewandelt worden (vgl. 2. Kapitel: Blattverwandlungen). Bei jedem Staubblatt können wir zwei Teile unterscheiden; der untere heißt *Staubfaden*, der obere *Staubbeutel* (3.5). Zur Reifezeit springen die Staubbeutelhälften längs einer Naht auf und lassen den *Blütenstaub*, viele winzig kleine *Pollenkörner*, austreten.

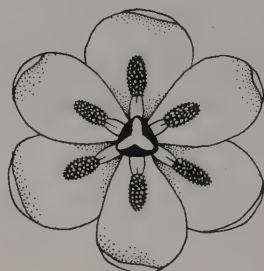
Im Mittelpunkt der Blüte steht der dreikantige, grüne *Fruchtknoten*, der oben in die drei klebrigen Narben übergeht und im Innern viele Samenanlagen enthält. Er ist durch das Verwachsen dreier Fruchtblätter entstanden.

In dieser Blüte ist nichts dem Zufall überlassen. Alle Blütenteile sind nach einem genau abgesteckten Bauplan (3.4) angeordnet.

- a) äußere Blütenhüllblätter
- b) innere Blütenhüllblätter
- c) Staubblätter
- d) Stempel



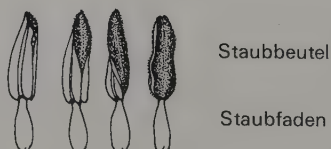
3.2 Geöffnete Tulpenblüte von der Seite gesehen



3.3 Tulpenblüte von oben betrachtet



3.4 Bauplan der Tulpenblüte (Diagramm)



3.5 Bau der Staubblätter
Öffnen der Staubbeutel

Bestäubung und Befruchtung

Bei sonnigem Wetter kommen, durch die leuchtende Farbe der Blütenhüllblätter angelockt, *Bienen*, *Hummeln* und andere Insekten zu Besuch. Sie holen sich im Innern der Blüte entweder *Honigsaft* (Nek-

tar) oder *Blütenstaub*. Krabbeln Bienen an den Staubblättern herum, bleiben viele Pollenkörner der aufgerissenen Staubbeutel an ihrem mit Haaren bedeckten Körper hängen.

Oft sehen sie nach einem Blütenbesuch wie mit Mehl überstäubt aus. Sie wissen sich aber geschickt zu putzen und die Pollenkörner zu Klümpchen zu formen, die sie als Höschchen an den Hinterbeinen zurück in ihren Stock tragen.

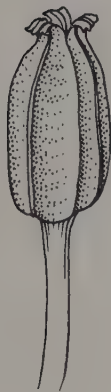
Wechselt in einer Tulpenblüte eine Biene von den Staubblättern zu den klebrigen Narben des Stempels über, so streift sie dort Blütenstaub ab. Der Narbensaft klebt die Pollenkörner sogleich fest. Die Tulpenblüte ist bestäubt.

Bei der Bestäubung wird Blütenstaub von den Staubblättern auf die Narben des Stempels übertragen.

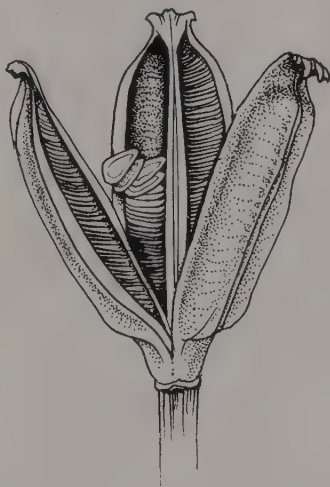
Wir können die Bestäubung auch künstlich nachahmen, indem wir mit einem Pinsel Pollenkörner der Staubblätter auf die Narben bringen. Auf der Narbe brechen aus dem Innern der Pollenkörner durch winzige Öffnungen Pollenschläuche hervor, die sich einen Weg hinunter zu den einzelnen Samenanlagen bahnen und sie *befruchten*. Mehr über diesen Vorgang findet sich auf Seite 68—69.

Bald welken Blütenhüllblätter und Staubblätter dahin und fallen ab, der Fruchtknoten jedoch bleibt stehen und schwillt an (3.6). Zur Reifezeit trocknen seine Wände aus, so daß sie schließlich mit drei Klappen aufspringen (3.7). Der Wind bewegt die *Kapsel* und schüttelt die Samen heraus. Jedes der drei Fächer enthält zwei Samenreihen. Fallen die Samen auf guten Boden, entwickeln sich daraus junge Tulpenpflänzchen. Schließt man eine Tulpenblüte durch Umhüllen mit einem Gazetuch oder einem Plasticsäckchen ab, so daß den Insekten der Zutritt verwehrt ist, unterbleibt die Bestäubung. Da der Fruchtknoten dann keine Samen bilden kann, schwillt er auch nicht an.

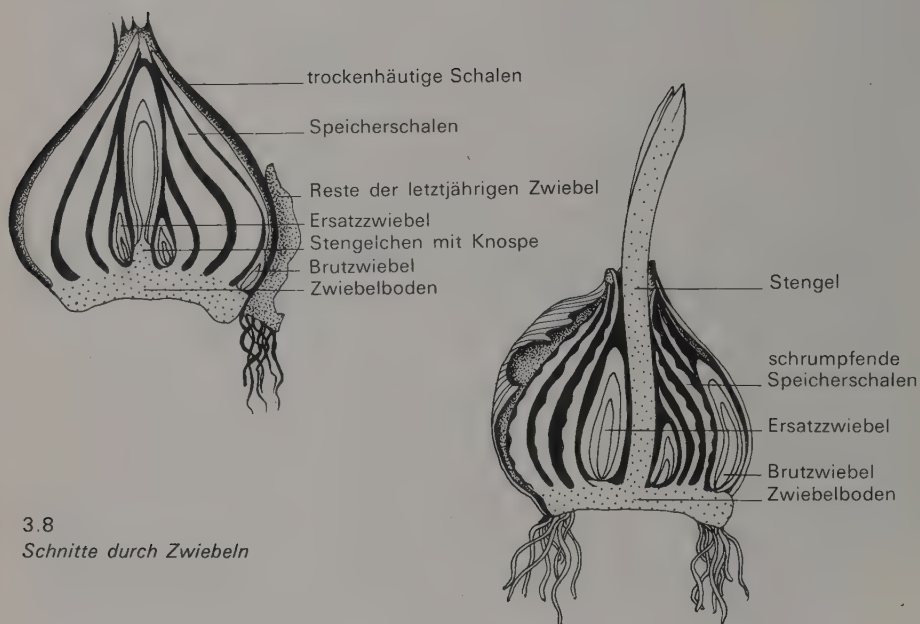
Ohne Bestäubung können die meisten Pflanzen keine Samen bilden.



3.6 Fruchtknoten kurze Zeit
nach der Bestäubung



3.7 Reifer Fruchtknoten
mit Samen



3.8

Schnitte durch Zwiebeln

Die Tulpenzwiebel

In unsern Gärten werden die Tulpen nicht durch *Samen*, sondern durch *Zwiebeln* vermehrt. Die Pflanzen bilden während ihrer Entwicklung schon früh Zwiebeln aus. Wenn wir im Herbst Tulpenzwiebeln in die Erde stecken, deutet höchstens das weiße Spitzchen an, daß zur weitem Entfaltung alles wohl vorbereitet ist. Ein Schnitt zeigt dies deutlich (3.8).

Auf der Unterseite hebt sich die hell getönte *Zwiebelscheibe* ab. An ihrem Rande sind die Wurzeln schon vorbereitet und warten auf den Durchbruch ins Erdreich. Die braunen, trockenhäutigen Schalen schützen die innern, saftigen *Speicherschalen*, die dicht gedrängt auf der Zwiebelscheibe stehen und im Innern wichtige Baustoffe bergen. In der Mitte der Zwiebelscheibe erhebt sich ein Stengelchen mit einigen zarten Stengelblättchen und einer Blütenknospe, in der alle Blünteile schon wohl vorbereitet sind. Im Verlaufe der Entfaltung wächst es zur stattlichen Tulpenpflanze aus, wobei die Baustoffe der Speicherschalen aufgebraucht werden. Die alte Zwiebel wird daher schlaff und vertrocknet. Unterdessen wächst in ihrem Innern eine der kleinen Knospen zwischen Stengel und Speicherschalen zu einer neuen Zwiebel heran. Die Speicherschalen dieser *Ersatzzwiebel* füllen sich mit den *Baustoffen*, die in den Blättern neu hergestellt werden (3.8). Aus ihr wird im nächsten Frühjahr eine neue Pflanze heranwachsen. Die Zwiebel, die wir im Sommer im Boden finden, kann daher nicht die gleiche sein, welche im Frühjahr die Pflanze gebildet hat. Die Tulpe legt vielfach außer der Ersatzzwiebel unter den braunen Schalen kleine *Brutzwiebeln* an. Auch aus ihnen können Pflanzen entstehen, die jedoch erst nach zwei bis drei Jahren blühen werden.



3.15
Doldiger Milchstern



3.16
Herbstzeitlose



3.17
Weißer Germer



3.18
Türkenbund

Andere Liliengewächse

Der Bau der Tulpenblüte stimmt mit jenem der Lilien genau überein. Verschiedene andere Arten zeigen den gleichen streng geordneten Blütenbau. Aus diesem Grunde faßt man alle zur *Familie* der *Liliengewächse* zusammen. Wir wollen einige Arten kennenlernen.

Laubwälder

Die *Vielblütige Weißwurz*, der «*Salomonssiegel*» (3.10), ist in Buchenwäldern verbreitet. Sie trägt an ihrem überhängenden Stengel Büschelchen mit je 2—5 Blüten.

Jede Pflanze entspringt in der Erde einem weißen Wurzelstock, der die siegelförmigen Narben der abgestorbenen oberirdischen Triebe trägt. Mit Hilfe dieser Narben läßt sich das Alter der Pflanzen bestimmen.

Das blühende *Maiglöckchen* (3.11) (Meierysli), das oft auch in Gärten gezogen wird, fällt durch seinen süßen Duft auf.

Die *Zweiblättrige Schattenblume* (3.12) zeigt versauernde Waldböden an. Sie ist auch im nichtblühenden Zustand an den beiden herzförmigen Blättern leicht zu erkennen.

Die *Vierblättrige Einbeere* (3.13) bildet unter den Liliengewächsen eine Ausnahme. Unterhalb der Blüte stehen auf gleicher Höhe meistens vier, zuweilen auch fünf *netznerlige* Blätter. An Stelle der Dreizahl herrscht in der Blüte die Vierzahl. Während des Sommers entwickelt die Pflanze aus dem Fruchtknoten eine verführerische, blau bereifte *Beere*. Diese ist, wie die Beeren aller der bereits dargestellten Arten, für uns giftig.

In feuchten Wäldern und Hecken werden wir im Mai oft auf den durchdringenden Geruch des *Bären-Lauchs* (3.14) aufmerksam. Die Pflanzen bilden häufig größere Teppiche. Lauch, Schnittlauch und Küchenzwiebel sind verwandte Arten.

Wiesen und Weiden

Die großen Blüten des *Doldigen Milchsterns* (3.15) der Wiesen sind außen unscheinbar grün, innen jedoch leuchten sie in einem fast reinen Weiß auf.

Die giftige *Herbstzeitlose* (3.16) blüht verfrüht, nämlich schon im Herbst. Im Frühling bildet sie dann die Blätter aus und läßt die Samen reifen.

Der *Weißer Germer* (3.17), eine über ein Meter hoch werdende Pflanze der Alpweiden, ist wie die Herbstzeitlose ebenfalls sehr giftig und wird vom Vieh gemieden. Im blütenlosen Zustand gleicht er dem Gelben Enzian, unterscheidet sich jedoch von diesem durch dreizeilig angeordnete Blätter. Beim Gelben Enzian sind die Blätter gegenständig.

Die drei nun folgenden Pflanzen sind ihrer auffallenden Blüten wegen seltener zu finden und bedürfen unbedingt des Schutzes. Sie gehören zu den Kostbarkeiten der einheimischen Pflanzenwelt.

Der *Türkenbund* (3.18) der Bergwiesen und der Gebirgswälder ist eine wundervolle Pflanze. Die geschlossenen Blüten sind von einem zarten, samtartigen Flaum überzogen.

Auf trockenen Hügeln und Felsen treffen wir die *Ästige Graslilie* an (3.19). Ihre schneeweißen Blüten sind sehr zierlich, und die ganze Pflanze ist von anmutigem, feinem Bau.

Auf Wanderungen in den Alpen steht man oft unerwartet vor Bergwiesen voller *Trichterlilien* (3.20).

Gärten

Neben dem *Zweiblättrigen Blaustern* und der *Bisamhyazinthe* (3.21) werden in Bauergärten häufig *Kaiserkrone* und *Schachblume* (3.22) gezogen.

Vergleich:

Zum Schluß stellen wir vergleichend Schlüsselblume und Tulpe einander gegenüber:

	<i>Schlüsselblume</i> Frühblüher	<i>Tulpe</i> Frühblüher
Vorratsspeicher	Wurzelstock	Zwiebel
Blätter	<i>Netznervig</i> , mit Haupt- und Nebenrippen	<i>Streifennervig</i> , nur mit unverzweigten Hauptrippen
Blüten	<i>Kelch</i> und <i>Krone</i> sind <i>fünzfählig</i>	Zwei Kreise von <i>Blütenhüllblättern</i> , <i>dreizählig</i>
Keimling	Mit zwei Keimblättern versehen <i>Zweikeimblättrige Pflanze</i>	Mit einem Keimblatt versehen <i>Einkeimblättrige Pflanze</i>



3.19
Ästige Graslilie



3.20
Trichterlilie



3.21
Bisamhyazinthe



3.22
Schachblume

4. Kreuzblütler

Das Wiesen-Schaumkraut

Über feuchten Wiesen liegt Ende April oder anfangs Mai ein lilafarbener Schimmer, hingezaubert durch Tausende von Blüten des *Wiesen-Schaumkrautes* (4.1). Da die Pflanzen rasch verblühen, ist der zarte Farbton schon nach wenigen Tagen verschwunden. Das Wiesen-Schaumkraut breitet am Boden eine Rosette *unpaarig gefiederter* Blätter aus. Bei großen Rosettenblättern kann man oft am Grunde der Endfieder junge Pflänzchen entdecken, die ihre Wurzeln in die Erde vortreiben. Sie sind aus *Brutknospen* der Blätter entstanden und werden nach dem Absterben der Rosettenblätter zu selbständigen Pflänzchen. Ähnlich wie die Tulpenzwiebel hat das Wiesen-Schaumkraut die Möglichkeit, sich auf diese Weise *ohne Samen* zu vermehren, was recht häufig geschieht.

Die Laubblätter des Wiesen-Schaumkrautes sind am hohlen Stengel in einer ansteigenden Spirallinie angeordnet. Durch diese *wechselständige* Blattstellung erhalten alle genügend Sonnenlicht. Sie werden von unten nach oben zusehends kürzer und feingliedriger, bis die rundlichen Fiederblättchen zuoberst nur noch aus Blattrippen bestehen.

Zuweilen findet man am Stengel eine weißliche schaumige Masse, in der die Larven der Schaumzikade verborgen sind (4.1). Sie saugen im Schutze des ausgeschiedenen Schaumes Säfte aus dem Stengel.

Die Blüten stehen einzeln auf einem unverzweigten Stielchen und bilden zusammen an der Spitze des Stengels eine *Traube*. Sie weichen im Bau deutlich von den beiden bisher dargestellten, bei denen die Drei- oder Fünzfahl ausgeprägt war, ab. Außen finden wir übers Kreuz (Name der Familie!) vier grüne Kelchblätter, die vor dem Aufblühen die innern Blütenteile der Knospe schützen. (4.2). Die vier lila-



4.1

Wiesen-Schaumkraut

farbenen Kronblätter stehen in den Lücken ebenfalls übers Kreuz. Die Staubblätter sind ungleich lang und finden sich auf zwei Kreisen. Auf dem äußern sehen wir zwei kurze, auf dem innern vier längere. Im Mittelpunkt der Blüte steht ein Säulchen, der Stempel. Ähnlich wie bei der Tulpe ist der Blütenbau auch hier nach einem strengen Bauplan geregelt, was im Diagramm (4.3) klar zum Ausdruck kommt.

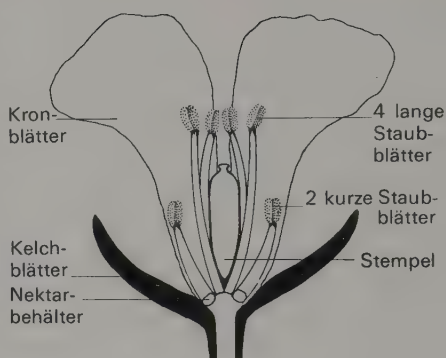
Durch die Farbe der großen Kronblätter und den Blütenduft angelockt, fliegen Insekten herbei, die leicht zu den vier Nektarbehältern am Grunde der Blüte vordringen, wo sie vom süßen Saft naschen und gleichzeitig Blütenstaub auf die Narbe übertragen (Bestäubung).

Nach der Befruchtung bleibt von allen Blütenteilen nur der Stempel stehen, der erstaunlich rasch zur länglichen *Schote* heranwächst. Zur Reifezeit lösen sich die beiden Klappen von unten nach oben ab (4.4). Auf einem Rahmen mit einer dünnen Scheidewand liegen die Samen zur Verbreitung frei da.

Das Wiesen-Schaumkraut gehört zur großen Familie der *Kreuzblütler*. Die vielen Arten dieser Familie verraten ihre Zugehörigkeit durch ihren besondern *Blütenbau* und die charakteristischen *Fruchtformen*.

Weitere Kreuzblütler

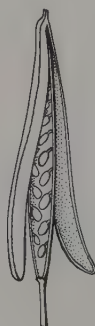
Die *Finger-Zahnwurz* (4.5), ebenfalls eine Schaumkraut-Art, ist im Mittelland eher selten. Man stößt vereinzelt in schluchtartigen, sehr feuchten Gräben auf kleine Gruppen dieser prächtigen Pflanze, deren Wurzelstock zahnartige Blattschuppen trägt (Name). Die Blüten sind auffallend groß, rötlich violett, das Blatt ist meistens fünfteilig. In Bergwäldern des Juras und der Alpen tritt sie stellenweise stärker hervor. In Bergwäldern ist die *Fieder-Zahnwurz* verbreitet. Sie gleicht der Finger-Zahnwurz, hat aber weiße oder blaßlila Blüten und gefiederte Blätter.



4.2
Geöffnete Blüte des Wiesen-Schaumkrautes von der Seite



4.3
Diagramm; Blüte des Wiesen-Schaumkrautes



4.4
Schote mit sich lösenden Klappen



4.5
Finger-Zahnwurz

Wurzelstock mit zahn-
artigen Blattschuppen

Auf Äckern und an Wegrändern findet man häufig das *Hirtentäschel* (4.6). Weil es über längere Zeit immer wieder neue Blüten öffnet, sieht man stets große und kleine Früchtchen auf der Pflanze. Da sie nicht viel länger als breit sind, nennt man sie *Schötchen*. Trennt man die beiden Schötchenhälften voneinander, kommen die reifenden Samen zum Vorschein. Stellt man von diesen Kügelchen Quetschpräparate her, kann man die winzig kleinen Pflänzchen, die in den Samen bereits enthalten sind, unter dem Mikroskop sichtbar machen.

Die gelbblühende *Acker-Senf* (4.7) ist ein borstiges Unkraut, das den Bienen aber reichlich Nektar abgibt.

Das *Feld-Täschelkraut* (4.8) ist ebenfalls ein verbreitetes Unkraut. Die breit geflügelten Früchtchen verleihen der Pflanze ein eigenartiges Aussehen.

Aus der Familie der Kreuzblütler stammen verschiedene wichtige *Kulturpflanzen*. Der *Raps* (4.9) wird heute der ölhaltigen Samen wegen häufig angebaut. Zur Zeit der Blüte sind die großen Felder in leuchtend gelbe, stark duftende Teppiche verwandelt. Zerdrückt man Rapssamen auf einem Papier, entsteht ein bleibender Fettfleck. Das im Samen enthaltene Öl dient dem Keimling als erste Nahrung.

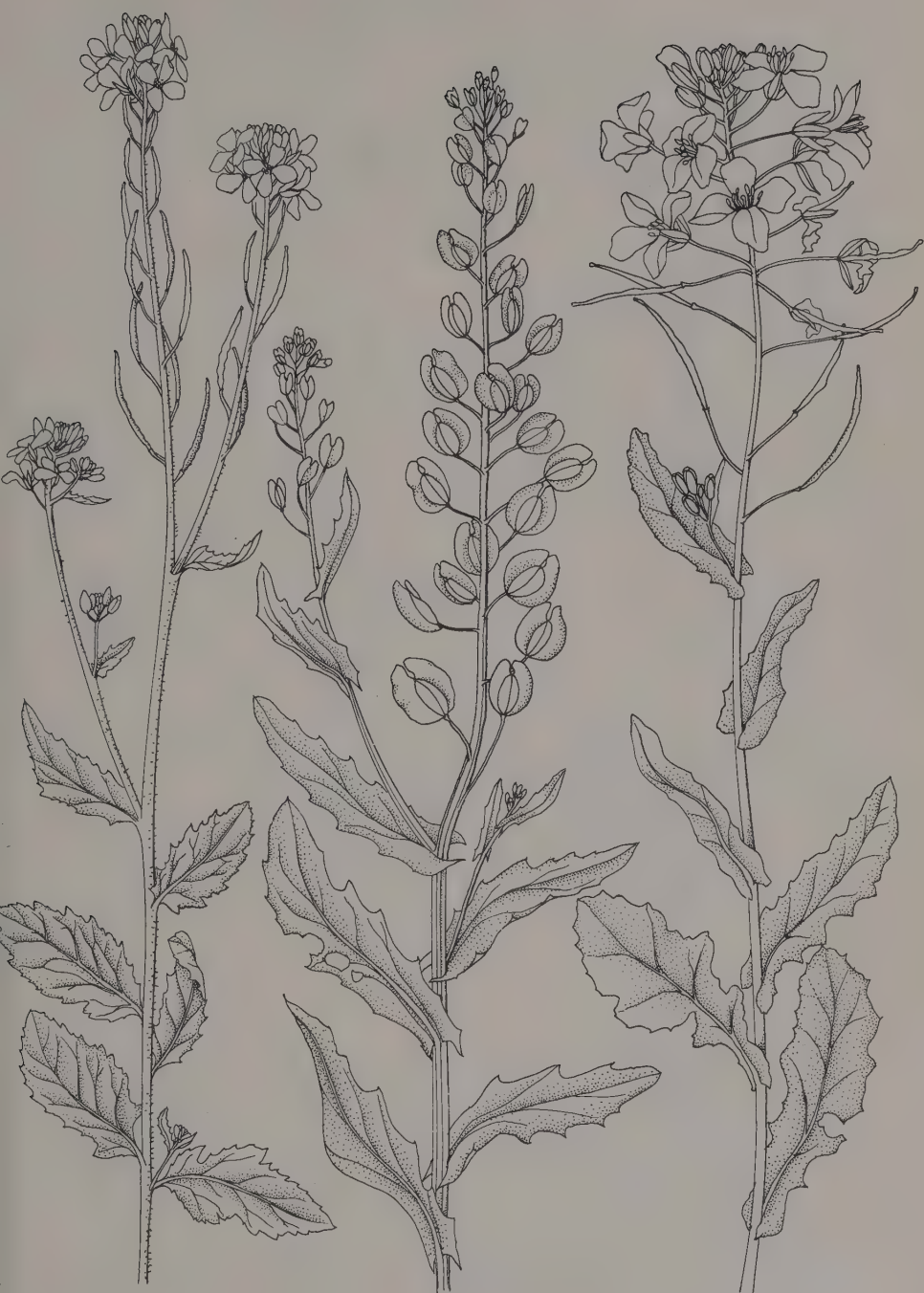
Vom *Gemüsekohl* kennt man verschiedene Formen, bei denen immer ein bestimmter Pflanzenteil stärker entwickelt ist (4.10). Obwohl die Formen oder Rassen des *Gemüsekohls* alle sehr verschieden aussehen, stammen sie doch alle vom *Wildkohl* ab, der an steinigen und felsigen Standorten der Atlantik- und Mittelmeerküste verbreitet ist. Meistens gleichen Nachkommen den Eltern weitgehend, weil die Merkmale vererbt werden. Beim *Wildkohl* müssen vereinzelt immer wieder Pflanzen mit veränderter Gestalt aufgetreten sein. Die Menschen haben sich schon früh für derartige sprunghafte Änderungen an Pflanzen interessiert. Sie lasen diese Pflanzen aus und züchteten sie weiter. Oft kreuzten sie die Rassen untereinander und zogen die Mischlinge auf, die im günstigen Falle selber wieder Samen bildeten. Auf diese Weise dürften die *Kultur-rassen* des *Gemüsekohls* entstanden sein. Wenn auch der Nährwert des Gemüses im allgemeinen nicht sehr hoch ist, bildet es doch einen wichtigen Bestandteil unserer Hauptmahlzeiten. Es enthält die für uns unentbehrlichen Vitamine, die vielen andern Lebensmitteln entweder ganz oder teilweise fehlen.

Merkmale der Kreuzblütler: Vier Kelchblätter, vier Kronblätter, zwei kurze und vier lange Staubblätter, ein oberständiger Fruchtknoten. Die Früchte sind zweiklap-pige Schoten oder Schötchen.



4.6


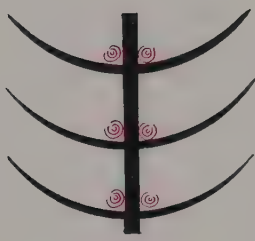

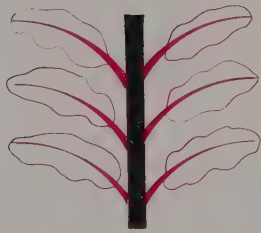

Hirtentäschel mit Schötchen



4.7
Acker-Senf

4.8
Feld-Täschelkraut

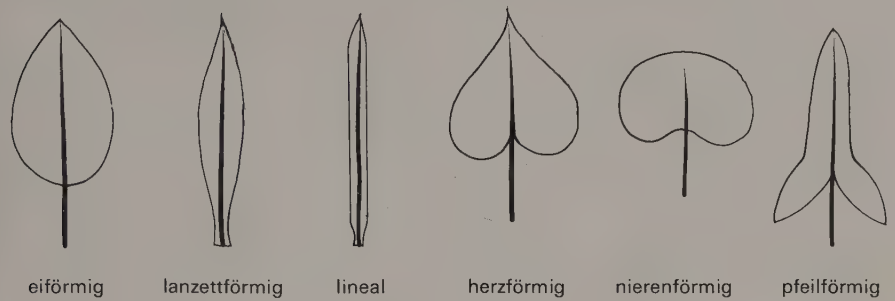
4.9
Raps

<i>Pflanzenteil</i>	<i>Pflanze</i>
	Blumenkohl
	Rosenkohl
	Kabis (Weißkohl) Kohl (Wirsing)
	Blattkohl
	Kohlrabi

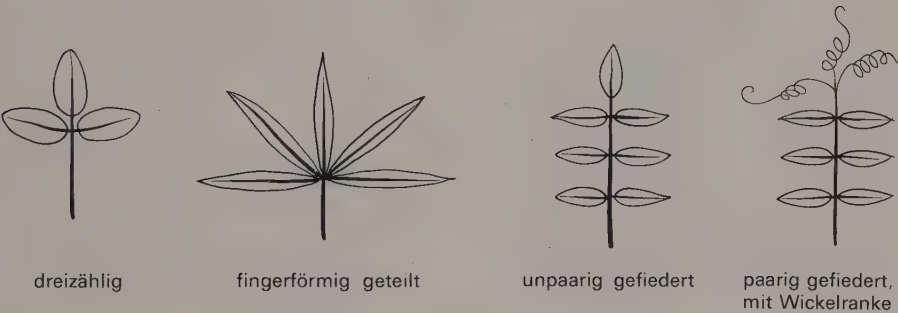
5. Blattformen, Blattstellungen, Blütenstände

Wir wollen einige Bezeichnungen, die zur Beschreibung von Pflanzen häufig verwendet werden, lernen.

5.1
Blattformen

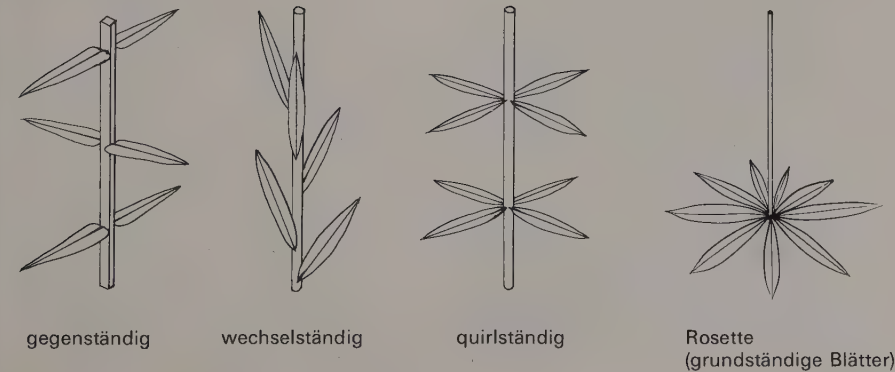


ungeteilte Blätter



geteilte Blätter

5.2
Blattstellungen



5.3

Blütenstände



Ähre



Traube



Rispe



zusammengesetzte
Dolde



Köpfchen



Körbchen



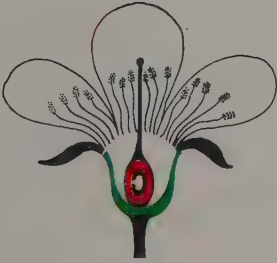
6. Rosengewächse *Rosaceen*

Unsere Obstbäume

Die vielen Früchte unserer Obstbäume beleben mit ihren frischen Farben die Marktstände und Auslagen der Geschäfte und bereichern unsern Tisch. Kirschen, Pflaumen, Zwetschgen, Aprikosen, Pfirsiche und Mandeln faßt man zum *Steinobst* zusammen. Alle Früchte bergen im Innern einen Stein. Äpfel, Birnen und Quitten gehören zum *Kernobst*. Sie enthalten ein Kernhaus. Wir wollen vorerst fragen, wie diese herrlichen Früchte entstehen.

6.1

Kirsche



Blüte: Fünf Kelchblätter, fünf Kronblätter, zwanzig bis dreißig Staubblätter. Der mittelständige Fruchtknoten steht frei auf dem Grund des offenen Blütenbechers. Ein Griffel

6.2

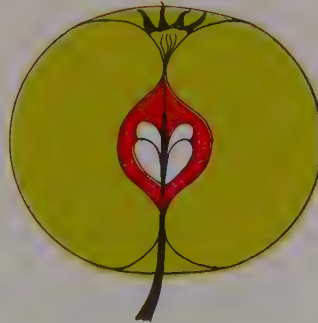
Apfel



Blüte: Fünf Kelchblätter, fünf Kronblätter, rund zwanzig Staubblätter. Der unterständige Fruchtknoten ist im fleischigen Blütenbecher ganz eingeschlossen. Fünf Griffel



Frucht: Der Fruchtknoten bildet die ganze Frucht. Die Kirsche ist eine echte Frucht



Frucht: Der fleischige Blütenbecher bildet das Fruchtfleisch, der Fruchtknoten das Kernhaus, also nur einen Teil der ganzen Frucht. Der Apfel ist eine Scheinfrucht

Der Kirschbaum (Steinobst)

Die Kirschbäume blühen vor den Apfelbäumen auf. Noch bevor das grüne Laub entfaltet ist, stehen die Bäume in ihrem prachtvollen Blütenschnee. Wir suchen uns an einem Kirschbaum einen blühenden Zweig aus, um den Bau der Blüten anzusehen. Jeder Blütenstiel trägt einen kleinen grünen *Blütenbecher* (6.1). Auf dessen Rand stehen fünf zurückgeschlagene Kelchblätter, in den Lücken fünf schneeweiße Kronblätter und zwanzig bis dreißig Staubblätter. In der Mitte des Bechers sehen wir den Stempel mit dem rundlichen Fruchtknoten, dem schlanken Griffel und der Narbe. Die Blütenpracht des Baumes dauert nur kurze Zeit. Bald weht der Wind die Kronblätter weg. Griffel, Staubblätter und Blütenbecher verdorren und werden nach erfolgter Befruchtung vom anschwellenden Fruchtknoten abgestoßen. Von der ganzen Blüte wächst einzig der grüne Fruchtknoten weiter und reift zur saftigen Kirsche aus (6.1).

Der Apfelbaum (Kernobst)

Die Apfelblüten stehen büschelig beieinander und sind bedeutend größer als die der Kirschbäume. Zur Blütezeit sind auch die Laubblätter der Bäume schon entfaltet. Obwohl Apfel- und Kirschbäume verwandt sind, weichen doch ihre Blüten im Bau voneinander ab. Der *Blütenbecher* (6.2) der Apfel- und Birnblüten ist *fleischig ausgefüllt*. Da der Fruchtknoten darin eingesenkt ist, sind vom Stempel nur die fünf herausragenden Griffel mit den Narben sichtbar. Wie bei der Kirschblüte zählen wir fünf Kelchblätter und fünf große, zart rosa überlaufene Kronblätter, hingegen nur rund zwanzig Staubblätter. Da der Fruchtknoten unter der Blütenhülle steht, ist er *unterständig*. Schneiden wir den Blütenbecher quer durch, zeigt er uns die fünf *Fächer* des darin eingeschlossenen Fruchtknotens. Jedes Fach enthält zwei Samenanlagen. Beim Verblühen fallen nur die Kronblätter ab. Nach der Befruchtung entsteht aus dem *Fruchtknoten* das *Kernhaus* mit den braunen *Apfelnkernen* in den Fächern. Das schmackhafte *Fruchtfleisch* stammt vom *gefüllten Blütenbecher*, der ebenfalls weitergewachsen ist. Reste der Kelch- und Staubblätter sowie des Griffels bleiben oben auf der Frucht als «Fliege» sitzen (6.2).

Von Bienen und Obstbäumen

Wenn an sonnigen Frühlingstagen die Obstbäume aufblühen, ist die Luft vom Summen der Bienen erfüllt. Blüte um Blüte wird angeflogen und eifrig nach Blütenstaub und Nektar abgesucht. Schwerbeladen tragen die Bienen ihre kostbare Last in den Stock und kehren unermüdlich immer wieder zurück, bis die Nacht hereinbricht. Die Blüten locken die Bienen durch die Pracht der Kronblätter und den feinen Duft des Nektars an. Indem die Bienen sammelnd von Blüte zu Blüte fliegen, übertragen sie gleichzeitig den Blütenstaub und führen damit die Bestäubung durch. Fällt das Aufblühen in eine Schlechtwetterzeit, in der die Bienen der Kälte und des Regens wegen nicht ausfliegen können, unterbleibt die Bestäubung weitgehend. Es gibt dann auch keine Früchte.

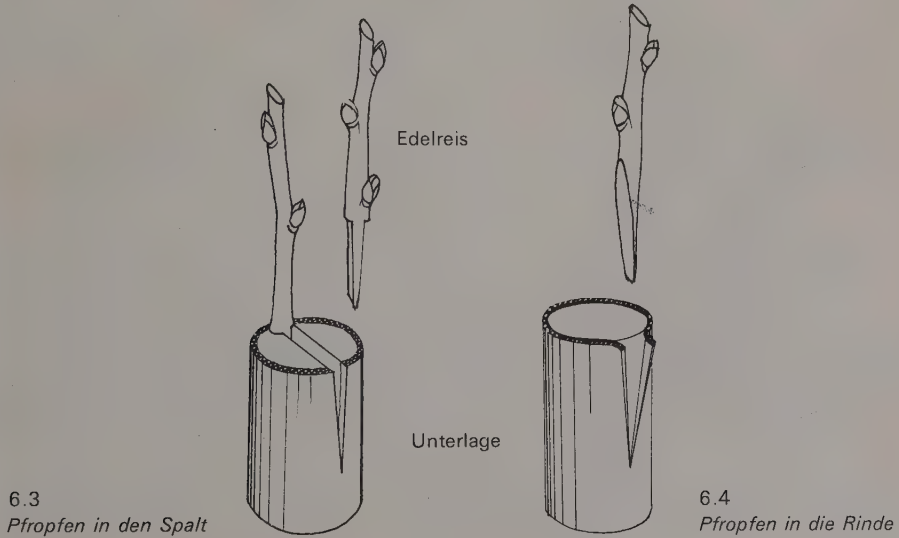
Bei den Kirschen-, Apfel- und Birnensorten taugt zudem der Blütenstaub eines Baumes zur Befruchtung der eigenen Blüten nicht. Pollenkörner von andern Bäumen der gleichen Sorte sind ebenfalls wirkungslos. Soll Befruchtung eintreten, dann müssen die Bienen unbedingt Blütenstaub einer andern, geeigneten Sorte auf die Narben bringen. Man nennt diese Übertragungsart *Fremdbestäubung*. *Selbstbestäubung* führt hier nicht zum Ziel.

Wie wichtig die Bienen für die Bestäubung der Obstbäume sind, zeigt der folgende Versuch: An einem Apfelbaum wurden zur Blütezeit zwei Äste ausgewählt, die beide gleich viele Blüten trugen. Der eine wurde mit einem Gazetuch eingebunden, so daß die Bienen nicht zu den Blüten gelangen konnten, den andern ließ man frei. Während am umhüllten Zweig keine einzige Frucht entstand, entwickelten sich auf dem andern viele Äpfel.

Hummeln, Schmetterlinge, Wespen, Fliegen, Käfer, ja sogar Ameisen können ebenfalls Obstbaumblüten bestäuben. Die Bienen sind jedoch von allen die wichtigsten Blütenstaubüberträger, weil sie im Frühjahr schon zeitig in Scharen ausfliegen und überaus eifrig sammeln. Von hundert Obstbaumblüten werden durchschnittlich achtzig durch Bienen bestäubt. Wir mögen daraus ermessen, wie wichtig die Bienenvölker für unsern Obstbau sind. Natürlich halten und pflegen die Imker ihre Völker in erster Linie des Honigertrages wegen. Viel bedeutender als der Honigertrag, der in schlechten Jahren auch ganz ausbleiben kann, ist die Arbeit, welche die Bienen alljährlich bei der Bestäubung unserer Obstbäume leisten.

Vom Veredeln der Obstbäume

Aus jedem braunen Apfelkern kann ein Bäumchen entstehen; doch dauert es Jahre, bis ein junger Baum Früchte trägt. Wie groß ist aber die Enttäuschung! Diese Äpfel sind klein, hart und schmecken lange nicht so gut wie jene der Mutterpflanze. Man muß deshalb die jungen Bäume *veredeln*. Besitzt ein Obstbauer schlecht tragende Bäume, veredelt er sie ebenfalls. Er schneidet schon im Januar Reiser guter Sorten ab und steckt sie in feuchten Sand. Im März und anfangs April ist die Zeit zum *Pfropfen* günstig. Die Bäume stehen im Saft; ihre Rinde löst sich leicht vom Holz. Der Obstbauer stutzt vorerst die Äste mit der Säge, dann spaltet er mit dem Pfropfmesser jeden Ast ein kleines Stück weit und führt ein sorgfältig zugeschnittenes Edelreis der guten Sorte am Rande der Schnittfläche ein (6.3). Er kann aber auch durch einen Schnitt die Rinde lösen und ein passendes Edelreis einfügen (6.4). Die Pfropfstellen werden mit Bast umwickelt und dick mit Baumwachs überstrichen. Beim *Pfropfen* fügt man also einer Unterlage (Stämmchen, Ast) ein *Edelreis* ein.



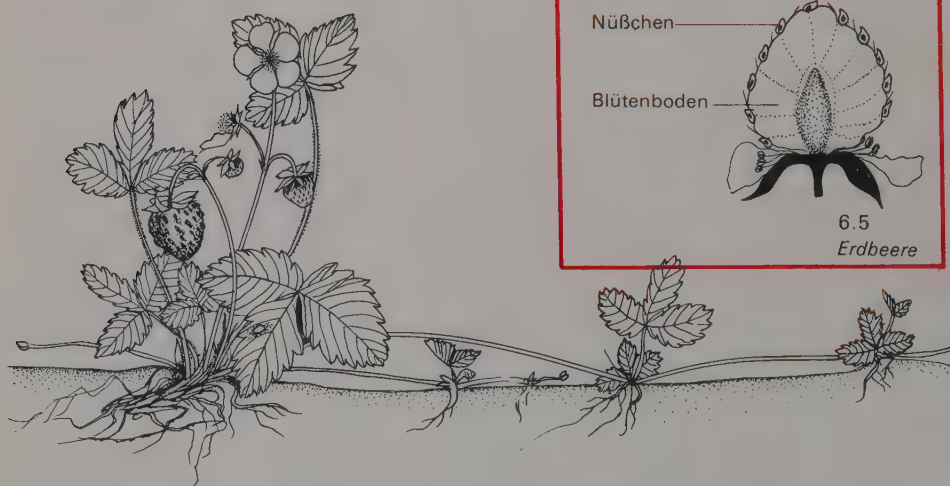
Die Wochen nach dem Pfropfen entbehren nicht der Spannung. Verwachsen die Edelreiser wohl mit der Unterlage oder gelingt die Verbindung nicht? Bei günstiger Witterung beginnen sich die Spitzen der Edelreisknospen bald hell zu verfärben. Dies zeigt an, daß sie zu treiben beginnen. Schlagen darauf die Knospen ganz aus, besteht die Gewißheit, daß die Verbindung zwischen Unterlage und Edelreis gelungen ist. Im Verlaufe der zwei nächsten Jahre wachsen aus den kleinen Edelreisern, die vom Baum her kräftig genährt werden, schöne Äste. Diese können schon im dritten Jahr blühen und gute Früchte tragen.

Unsere vielen herrlichen Obstarten und Obstsorten sind der Beobachtungsgabe, dem Fleiß und der Pflege der Züchter zu verdanken. Im Verlaufe von Jahrhunderten und Jahrtausenden haben sie immer wieder die besten Sorten ausgewählt und weitergezogen.

Steinobst und *Kernobst* zählen wir ihres Blütenbaues wegen zur großen Familie der *Rosengewächse*. Von den vielen wildwachsenden Bäumen und Sträuchern dieser Familie werden *Traubenkirsche* und *Schlehdorn* (Schwarzdorn) dem Steinobst, *Weißdorn* aber, *Vogelbeer*- und *Mehlbeerbaum* dem Kernobst zugeordnet. Eine weitere artenreiche Gruppe von Rosengewächsen faßt man zu den «*Rosenartigen*» zusammen. Sie weisen in den Blüten an Stelle eines einzigen meistens viele Fruchtknoten auf.

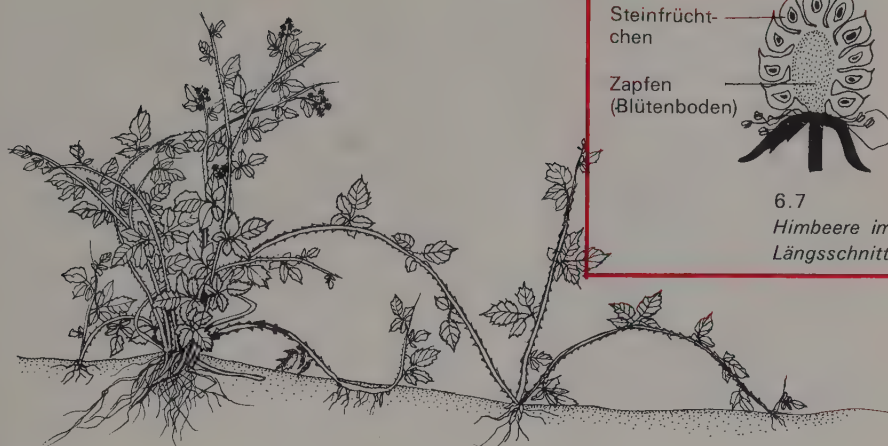
Rosenartige

In vielen Gärten und Pflanzungen werden *Erdbeeren*, *Himbeeren* und *Brombeeren* gezogen. Bei der *Erdbeere* schwillt der Blütenboden an, wird rot, saftig und süß (6.5). Die Nüßchen (Früchtchen) mit den eingeschlossenen Samen sitzen auf der Oberfläche. Die Erdbeerstöcke bilden an Ausläufern junge Pflanzen (6.6). Haben die Tochterpflanzen Wurzeln geschlagen, lösen sie sich von der Mutterpflanze oft ab (samenlose, ungeschlechtliche Vermehrung). Die großfrüchtigen Gartenerdbeeren stammen von ausländischen Arten ab.



6.6

Erdbeerstock mit Ausläufern und Tochterpflanzen



6.8
Brombeerstaude mit Senker

Bei *Himbeeren* und *Brombeeren* sind viele einzelne Früchtchen um einen trockenen Zapfen (Blütenboden) gruppiert (6.7). Himbeeren und Brombeeren sind Waldpflanzen, die sich mit Samen und auch durch *Wurzelschößlinge* vermehren. Zieht man einen Brombeerzweig zur Erde und befestigt ihn, vermag er sich zu bewurzeln und eine neue Pflanze zu bilden (6.8). Durch derartige *Senker* und durch Wurzelschößlinge bilden Brombeeren häufig ein undurchdringliches, dorniges Gestrüpp.



6.9
Gänse-Fingerkraut

Andere Pflanzen der Rosenartigen bilden trockene Früchte, die entweder von Tieren verschleppt oder vom Winde weggetragen werden.

Das *Gänse-Fingerkraut* (6.9) der Wegränder und Gräben trägt an Ausläufern, die der Blattrosette entspringen, langgestielte, goldgelbe Blüten. Die scharfgesägten Blättchen sind auf der Unterseite mit silbergrauen Haaren bedeckt.

Die *Bach-Nelkenwurz* (6.10) findet sich meistens in Gruppen an Bachufern und auf feuchten Wiesen. Ihre nickenden, braunroten Blüten sind besonders hübsch.

Die gelbblühende *Gemeine Nelkenwurz* (6.11), das *Benediktenkraut*, ist eine Pflanze der Wälder und Hecken. Die hakig gekrümmten Griffel beider Arten heften sich bei der Fruchtreife leicht an vorbeistreifende Tiere, an solche, die Nüßchen verschleppen.

Die *Gemeine Berg-Nelkenwurz* (6.12), eine Art der alpinen Rasen, besticht durch ihre hellgelben, großen Blüten. Bei der Reife bilden die rötlich behaarten Griffel der Früchtchen ein «Haarmannli». Die Früchtchen werden vom Bergwind weggetragen. Kalkschutt und Kalkfelsen der Alpen sind vielfach von niederliegenden Zweigen der *Silberwurz* (6.13) überwachsen. Die ledrigen, dunkelgrünen Blätter sind am Rande



6.10
Bach-Nelkenwurz



6.11
Gemeine Nelkenwurz



6.12
Berg-Nelkenwurz



6.13
Silberwurz



6.14

Frauenmantel (Taumantel)



6.15

Kleiner Wiesenknopf

gekerbt und auf der Unterseite von einem weißlichen Filz überzogen. Die achtblättrigen, schneeweißen Blüten heben sich als leuchtende Tupfen von den dunkelgrünen Spalieren schön ab. Auch hier bilden die Früchtchen Haarschöpfe, und der Wind hilft bei ihrer Verbreitung mit.

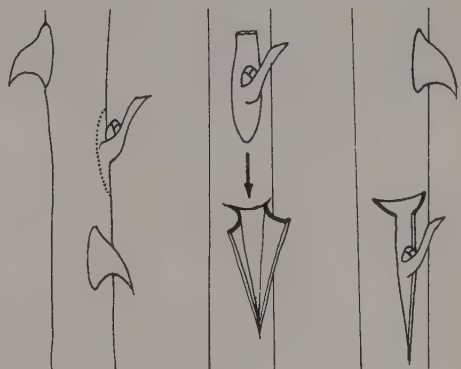
Der *Frauenmantel* (Taumantel) (6.14) ist auf feuchten Wiesen verbreitet. Da den Blüten die Kronblätter fehlen, sind sie ganz unscheinbar. Die Pflanze ist anhand der trichterförmigen Blätter gut kenntlich. Nach feuchtwarmen Nächten hängen an den Blattrandzähnen kleine Wasserperlen, die oft am Grunde des Blattes zusammenlaufen (Tauschüsseli). Eine verwandte Art ist der alpine *Silbermantel*, dessen Blätter tief geteilt und auf der Unterseite seidig behaart sind.

In Trockenwiesen sonniger Hänge finden wir vereinzelt den *Kleinen Wiesenknopf* (6.15), dessen unpaarig gefiederte Blätter sehr zierlich sind. Der kugelige Blütenstand enthält drei Sorten von Blüten. Die obersten bergen Stempel, aber keine Staubblätter, die untersten hingegen nur Staubblätter, aber keine Stempel, während die Blüten in der Mitte beide Fortpflanzungsorgane aufweisen.

Die *Heckenrose* (6.16) der Gebüsche, Waldränder und Weiden trägt auf bogig gekrümmten Stämmchen große, zart rötliche Blüten. Daraus entwickeln sich während des Sommers rot leuchtende Früchte, die *Hagebutten*. Die Heckenrose ist bei uns die häufigste *Wildrose*. Die Rosenzüchter verwenden sie beim Veredeln als Unterlage. Sie bringen dabei in der Rinde des Wildlings einen T-förmigen Schnitt an, lösen sie leicht und fügen der kleinen Tasche die Knospe einer Edelrose ein (6.17). Diese Veredelungsart nennt man «Äugeln». Die *Garten- oder Edelrosen* bezaubern durch die Vielfalt der Formen, Farben und Düfte (6.18). Durch Umwandlung von Staubblättern in Kronblätter ergeben sich gefüllte Blüten. Viele Dichter haben die vollendete Anmut der Rosen begeistert besungen, und Maler haben ihre Schönheit in Bildern festgehalten.



6.16
Heckenrose



6.17
Veredeln von Rosen-«Äugeln»



6.18

Edelrose

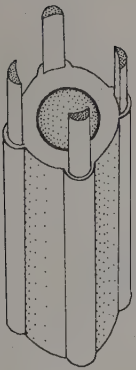
Merkmale der Rosengewächse: Rosengewächse besitzen regelmäßige, fünfzählige Blüten mit vielen Staubblättern. Kelchblätter, Kronblätter und Staubblätter stehen am Rande eines becherförmigen, flachen oder gewölbten Blütenbodens. Dieser kann fleischig werden wie beim Kernobst, bei Erdbeere und Hagebutte und eine Scheinfrucht bilden helfen. Bei Himbeere und Brombeere trägt er als trockener Zapfen fleischig verwachsene Sammelfrüchte, bei Nelkenwurz und Fingerkraut viele trockene Einzelfrüchte. Beim Steinobst fällt er nach dem Verblühen ab, worauf echte Früchte entstehen.

7. Lippenblütler

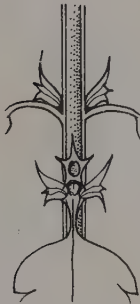
Die Gefleckte Taubnessel

Vom April bis zum Juni findet man an Hecken und Waldrändern blühende Gruppen dieser stattlichen Pflanze (7.1). Ihre großen, am Rande grob gesägten Blätter erinnern uns an jene der Nesseln; sie brennen uns aber nicht (Name). Mehrere Ausläufer, die aus dem Wurzelstock hervorgehen, bedecken meistens den Boden. Sie kriechen ein Stück weit hin, bilden Wurzeln, mit denen sie sich in der Erde verankern und richten sich bald als vierkantige Stengel auf. Nach dem Absterben der Mutterpflanze werden sie später selbständig. Auf diese Weise vermag sich die *Gefleckte Taubnessel* auch ohne Samen zu vermehren.

Der Stengel ist innen hohl und an den vier Kanten durch zähe Fasern verstärkt (7.2). Je zwei der großen gestielten Blätter stehen einander gegenüber; sie sind *gegenständig*. Die Blattpaare sind unter sich übers Kreuz angeordnet. Diese günstige Blattstellung erlaubt jedem Blatt, möglichst viel Licht aufzufangen. Die purpurfarbenen großen Blüten stehen in den Achseln der oberen Laubblattpaare (7.3).



7.2
*Kantenverstärkung
des hohlen Stengels*

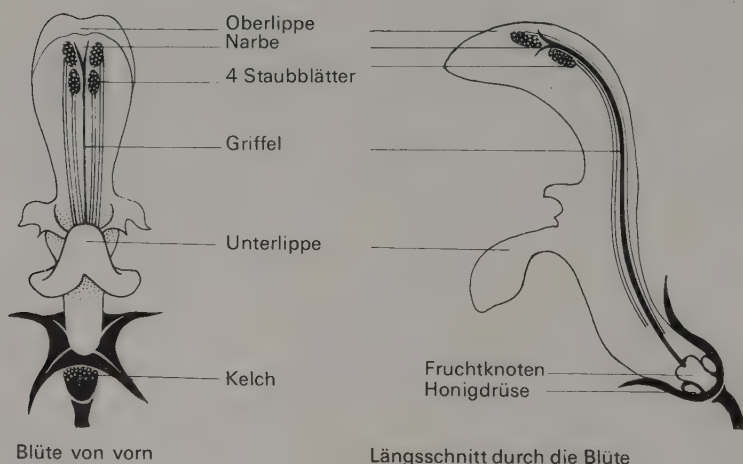


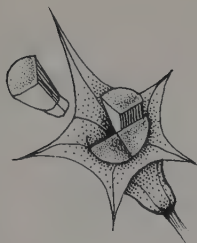
7.3
*Blütenhalbquirle
halbschematisch*

7.1
Gefleckte Taubnessel

Auf den ersten Blick scheinen sie rings um den Stengel angeordnet zu sein. In Wirklichkeit stehen die Blüten in zwei Gruppen auf je zwei gegenüberliegenden Seiten des vierkantigen Stengels (Halbquirl).

Der Kelch ist fünfzipflig. Er ist aus fünf kleinen, miteinander verwachsenen Kelchblättern entstanden. Die *Kronröhre* erweitert sich oben zu zwei *Lippen* (7.4). Auf der rötlich violett getupften *Unterlippe* können auch große Insekten gut landen. Im Schutze der helmförmigen *Oberlippe* finden wir vier Staubblätter, zwei längere und zwei kürzere, sowie den gebogenen Griffel mit der gabeligen Narbe. Er geht aus der Mitte des vierteiligen Fruchtknotens, der am Grunde der Kronröhre sitzt, hervor. Gelbliche Honigdrüsen scheiden hier süßen Nektar aus. Die *Lippenblüten* lassen sich durch einen Längsschnitt in zwei spiegelbildliche Hälften teilen, sie sind *zweiseitig-symmetrisch*. Demgegenüber sind die Blüten der Primeln *regelmäßig-strahlig* oder *radiär*. Wie genau die eigenartige Blütenform der Gefleckten Taubnessel und die Gestalt größerer Insekten aufeinander abgestimmt sind, sehen wir beim Anflug einer Hummel. Sie landet auf der Unterlippe, zwingt dann ihren Kopf in den Schlund und senkt den langen Rüssel in den Nektar am Grunde der Kronröhre. Dabei berührt ihr behaarter Rücken die vier Staubbeutel und nimmt vom Blütenstaub auf. Gleichzeitig streift das Tierchen an der Narbe Blütenstaub ab, den es von andern Blüten mitgebracht hat. Die *Lippenblüten* sind für Insektenbestäubung ausgezeichnet eingerichtet. Nachdem die verwelkte Krone abgefallen ist, kann man den *vierteiligen Fruchtknoten* im Kelch gut sehen (7.5). Bei der Reife zerfällt er in vier *Teilfrüchtchen*, die der Wind aus den Kelchen schüttelt und verstreut. Jedes Teilfrüchtchen hat zudem ein klebriges, süß schmeckendes Anhängsel. Ameisen holen sich oft Früchtchen auf der Pflanze, verschleppen sie und verzehren das Anhängsel. Auf diese Weise helfen sie bei der Verbreitung der Samen mit.





7.5

Kelch mit vier Teilfrüchtchen

Andere Taubnesselarten

Die leuchtend gelben Blüten der *Goldnessel* bilden eine besondere Zierde der Buchenwälder und Hecken (7.6).

Die kleinblütige *Rote Taubnessel* (7.7), ein Unkraut der Gärten und Äcker, treibt wenige Wochen nach der Keimung schon Blütenstängel und kann im Sommer schon nach kurzer Zeit absamen. Im Verlaufe eines Jahres vermag sie durch Samen zwei- bis dreimal Nachkommen zu bilden.

Die Taubnesselarten gehören zur Familie der *Lippenblütler*. Diese Familie umfaßt viele Arten, von denen wir einige kennenlernen wollen.

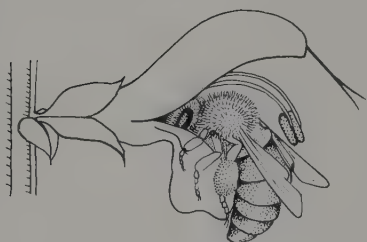
7.6

Goldnessel



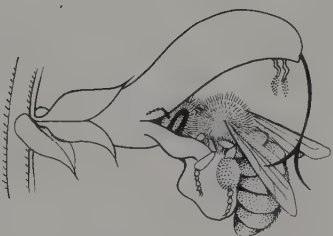
Die Bestäubung der Wiesen-Salbei

Die Wiesen-Salbei wächst an Bahndämmen und auf Trockenmatten, wo sie bereits im Mai blauviolett aufblüht. Ihre Blüten sind für Insektenbesuch besonders gut eingerichtet. Landet eine Biene nahrungssuchend auf der Unterlippe einer Blüte, treten die zwei in der Oberlippe verborgenen Staubblattfächer überraschend hervor und senken sich auf den Bienenrücken (7.8). Mit Blütenstaub und Nektar beladen wechselt das Tierchen auf Blüten anderer Wiesen-Salbeipflanzen, wo sich der gleiche Vorgang wiederholt. Es sucht auch ältere Blüten auf. Deren verlängerter Griffel ist jetzt vorn heruntergebogen, und die Narbenlappen sind gespreizt. Die Staubblattfächer jedoch sind schon leer und unbeweglich. Hier streift es beim Landen den fremden Blütenstaub an der Narbe ab (7.9). Da die Staubblätter der Wiesen-Salbei früher blühreif sind als die Narbe, nennt man die Blüten *vorstäubend*. Mit dieser Vorrichtung wird die *Fremdbestäubung gefördert*, die *Selbstbestäubung gehemmt*.



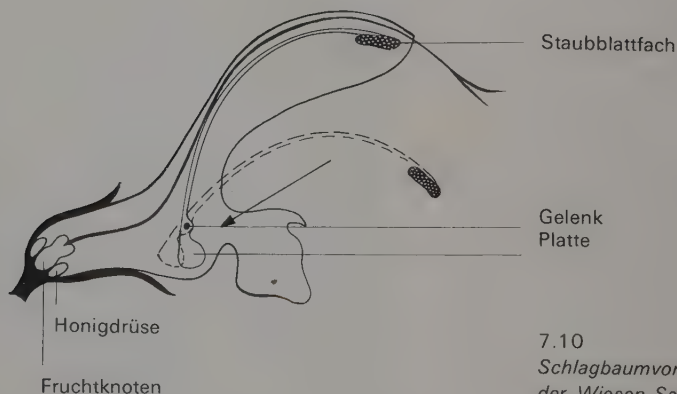
7.8

Biene auf einer jüngeren Blüte der Wiesen-Salbei. Die Staubblattfächer senken sich auf den Bienenrücken



7.9

Biene auf einer älteren Blüte der Wiesen-Salbei. Der Griffel ist verlängert. Die Biene berührt die Narbe



7.10

Schlagbaumvorrichtung der Wiesen-Salbeiblüte



7.7
Rote Taubnessel



7.11
Klebrige Salbei



7.12
Feld-Thymian



7.13
Gundelrebe



7.14
Kriechender Günsel



7.15
Aufrechter Ziest



7.16
Wald-Ziest



7.17
Melissenblättriges Immenblatt

Wenn wir mit der Bleistiftspitze in den Eingang der Kronröhre stoßen, erscheinen die Staubblattfächer ebenfalls. Biegen wir die Oberlippe stark zurück, kommen wir dem Mechanismus auf die Spur. Im Innern der Blüte sind die beiden Staubblätter zu zwei Schlagbäumen umgebildet (7.10). Am Ende jedes langen Hebelarms sitzt je ein Staubblattfach. Die beiden kurzen Hebelarme unten sind verbreitert und am Eingang der Kronröhre zu einer kleinen Platte geformt. Knapp oberhalb der Platte findet sich zu beiden Seiten je ein Gelenk, das durch ein Stielchen mit der Kronröhre verbunden ist. Mit der Bleistiftspitze läßt sich die Schaukel leicht bewegen. Stößt eine Biene gegen die Platte, senken sich die beiden Schlagbäume auf ihren Rücken.

Die große *Klebrige Salbei* (7.11), die im Hochsommer in Bergwäldern hellgelb aufleuchtet, zeigt die gleiche Vorrichtung ebenso eindrucklich. Ihre Blüten werden vor allem durch Hummeln bestäubt.

Weitere Lippenblütler

Viele Lippenblütler duften würzig und gut, weil sie leicht *verdunstende Öle* enthalten. Verschiedene Arten werden deshalb als *Gewürz-* und *Heilpflanzen* verwendet. Die wichtigsten sind: *Majoran*, *Thymian*, *Bohnenkraut*, *Pfefferminze*, *Basilikum*, *Rosmarin*, *Salbei*, *Melisse* und *Ysop*. *Lavendel* wird zu Heil- und besonders auch zu Parfümzwecken gebraucht. Der *Feld-Thymian* (7.12) bildet an sonnigen Hängen oft kleine Teppiche.

Viele andere Lippenblütler begleiten uns durchs Jahr. Die *Gundelrebe* (7.13) blüht im Frühjahr in Hecken, an Waldrändern und auf Wiesen. Man erkennt sie leicht an den gestielten nieren- oder herzförmigen Blättern und den länglichen violett-blauen Blüten. Der *Kriechende Günsel* (7.14), dessen Blüten am aufrechten Stengel in dichten Scheinquirlen stehen, ist auf feuchten Plätzen und in Wäldern verbreitet. Er bildet recht lange Ausläufer.

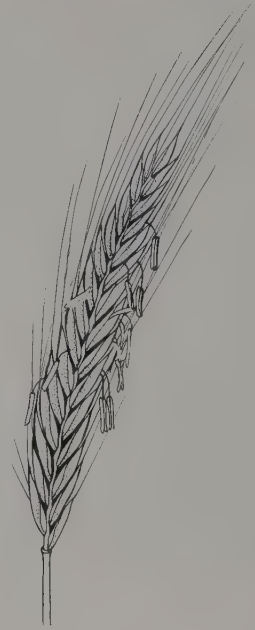
Der *Aufrechte Ziest* (7.15), eine Pflanze steiniger, warmer Standorte, trägt länglich-lanzettliche Blätter. An heißen Tagen verdunsten die verhältnismäßig kleinen Blattflächen im prallen Sonnenlicht nur wenig Wasser. Demgegenüber entfaltet der *Wald-Ziest* (7.16), eine kräftige, schöne Pflanze der Hecken sowie der Auen- und Laubmischwälder, weit ausladende, herzförmige Blätter. Der große Gegensatz der Blattformen ist bei den beiden nah verwandten *Licht-* und *Schattenpflanzen* auffallend.

Das *Melissenblättrige Immenblatt* (7.17) ist einer der schönsten Lippenblütler. Seine blaß rötlichen Blüten sind ungewöhnlich groß. Die prachtvolle Pflanze ist im Mittel- und in sonnigen Laubmischwäldern des Juras und zum Teil auch der Voralpen dagegen verbreitet.

Merkmale der Lippenblütler: Vierkantiger Stengel, gegenständige Zweige, Blätter und Blüten, zweilippige Krone (mit Ausnahmen), vier (zwei) Staubblätter, vierteiliger Fruchtknoten mit schlankem Griffel. Lippenblütler enthalten duftende, leicht verdunstende Öle. Die zweiseitig-symmetrischen Blüten werden durch Insekten bestäubt.

8. Gräser *Graminaceen*

Die Gräser sind weltweit verbreitet. Wir finden sie überall: in Matten, Weiden und Wäldern, an den trockensten Hängen und in Sumpfgebieten; einzelne gedeihen sogar auf den höchsten Gipfeln der Alpen. Die *Getreidearten* zählen ebenfalls zu den Gräsern. Sie bringen als Früchte große Körner hervor, die für unsere *Ernährung* sehr wichtig sind. Viele *Futtergräser* bilden die Hauptnahrung des Viehs und zahlreicher wildlebender Tiere (Wiederkäuer, Nager).



8.1
Roggenähre mit
heraushängenden
Staubbeutel



8.2
Ährchen mit zwei Blüten



8.3
Einzelblüte

Der Roggen

Ende Mai oder anfangs Juni blüht der Roggen. Im Getreidefeld steht Halm an Halm. Die Ähren wiegen im Winde leicht hin und her. Wir nehmen an einem sonnigen Vormittag einige Ähren vom Feldrand mit und stellen sie im Zimmer ein, nicht ohne vorher die herausragenden Staubbeutel abgestreift zu haben. Bald machen wir eine überraschende Entdeckung. Gelbgrüne Staubbeutel strecken ihre Spitzen zwischen den Spelzen hervor, erscheinen mehr und mehr und baumeln schließlich an hauchdünnen Fäden herab (8.1). Nach kurzer Zeit reißen die Staubbeutelhälften der Länge nach auf; ihre untern Spitzen krümmen sich ein und bilden ein Löffelchen, in dem sich der herabrieselnde, trockene Blütenstaub sammelt. Bei der leisesten Berührung entlassen sie Blütenstaubwölklein. Die Staubfäden können erstaunlich rasch wachsen. In einer Minute nimmt ihre Länge unter günstigen Bedingungen bis 1,8 mm zu. Beobachtet man genau, kann man die Fäden sogar wachsen sehen.

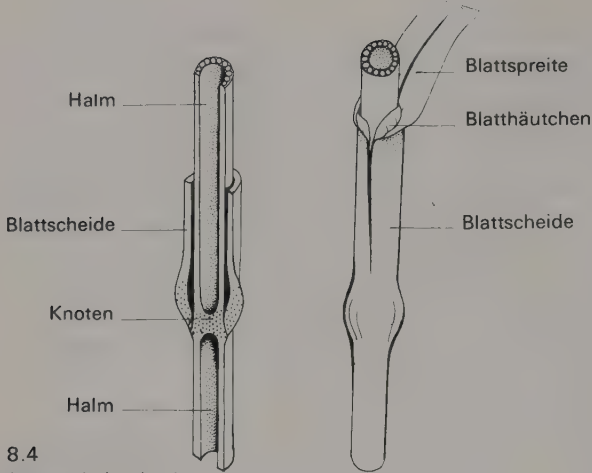
Die Ähren sind aus dreißig bis fünfzig Ährchen zusammengesetzt. Jedes sitzt auf einem der stufenförmigen Absätze der *Spindel* und enthält zwei *Blüten*, die spiegelbildlich angeordnet sind (8.2). Auf den beiden Schmalseiten des Ährchens stehen zwei kleine *Hüllspelzen*. Nach innen folgen die beiden *Deckspelzen*, die in eine lange *Granne* auslaufen und die Form eines Schiffchens haben. Sie umgreifen je ein durchsichtiges Häutchen, die *Vorspelze*. Zwischen Deckspelze und Vorspelze sitzt der weißlichgrüne Fruchtknoten mit den zwei federförmigen *Narben*, umgeben von den drei Staubblättern. Jede der beiden Ährchenblüten besteht aus einer Vorspelze, den drei Staubblättern und dem Stempel (8.3). Am Grunde jedes Fruchtknotens finden sich außerdem zwei winzige Schüppchen, die *Schwellkörper*. Sie saugen sich kurz vor dem Aufblühen mit Wasser voll, schwellen an und drängen Deckspelze und Vorspelze auseinander. Solches geschieht an der Sonnenwärme.

Windblütler

Die beiden herausragenden, federigen Narben und die zart gegliederten Staubblätter sind sehr zierlich, doch fallen sie ihrer Kleinheit wegen nicht auf. Die grünlichen Spelzen sind ebenfalls unscheinbar. Den Grasblüten fehlen die leuchtenden Farben, der feine Duft und der süße Nektar, die vielen Blüten eigen sind. Die zahlreichen Insekten, die sonst angelockt herbeifliegen und den Blütenstaub übertragen, bleiben aus. *Gräser* sind *Windblütler*. Die Staubbeutel entlassen bei trockenem Wetter Blütenstaub, den der Wind auf die ausgebreiteten Narben überträgt. Hier bleiben die Pollenkörner hängen, treiben Pollenschläuche in die Fruchtknoten hinunter, wo hierauf die Befruchtung stattfindet. Jetzt vertrocknen die Schwellkörper, die Spelzen schließen sich wieder, und der Fruchtknoten reift im Innern wohlgeschützt zum Roggenkorn aus. Auf einer einzelnen Ähre entstehen fünfzig bis hundert Körner, oft sogar noch mehr. Sind die milchigen Roggenkörner erhärtet und braun geworden, neigen sich die weißlichgelben, schweren Roggenähren. Jetzt kann die Ernte beginnen.

Der Roggenhalm — ein wunderbares Bauwerk

Roggenhalme haben einen Durchmesser von nur rund fünf Millimetern und erreichen die erstaunliche Höhe von rund zwei Metern oder mehr. Wir ahnen wohl kaum, daß die reife überhängende Ähre schwerer ist als der Halm selber. Wie solid und zugleich elastisch biegsam er gebaut sein muß! Mit Ausnahme der Knoten ist der Halm hohl. In



8.4
Längsschnitt durch
einen Roggenhalm



8.5
Bestockung eines
Roggenpflänzchens

den Rohrwänden sind feine Verstärkungsleisten eingebaut. Die Knoten verstärken ihn ebenfalls, indem sie ihn stockwerkartig unterteilen. Über jedem Knoten ist das Halmrohr gelblich grün, zart und weich. In diesen Zonen wächst es. Am großen Bauwerk wird also gleichzeitig an verschiedenen Stellen gearbeitet. Daher kann der Halm auch in so erstaunlich kurzer Zeit diese Höhe erreichen.

Aus jedem Knoten wächst ein Blatt, das vorerst die schwächere Wachstumszone schützend umschließt und erst weiter oben vom Halm absteht. Den umschließenden Teil des Blattes nennt man *Blattscheide*, den abstehenden *Blattspreite*. Das *Blatthäutchen* bildet zwischen beiden die Grenze (8.4). Es verhindert, daß Regenwasser in die Blattscheide eindringt und Fäulnis hervorruft.

Meistens bildet ein junges Pflänzchen mehrere Halme mit Ähren aus. Ist das Roggenkorn im Herbst gekeimt, treten unter der Erde aus den gedrängt stehenden Halmknoten Seitenhalme aus. Das Pflänzchen *bestockt* sich (8.5).



8.6
Aufrichten des Roggenhalmes

Nach heftigen Gewittern liegen in den Getreidefeldern oft ganze Schwaden am Boden. Die Halme bergen aber die Fähigkeit, sich wieder aufzurichten. Der dem Boden zugekehrte Teil des Knotens wächst stärker als der vom Boden abgekehrte (8.6). Nach der Blüte wachsen Halme und Blätter der Getreidearten nicht mehr weiter. Man erhält den Eindruck, ein Stillstand sei eingetreten. In den bewegungslosen Halmen spielen sich indessen bedeutende Vorgänge ab. Die jungen Samen sollen zur Reife gebracht werden. Durch die Leitungsbahnen wandern wertvolle Nährstoffe in die Körner, so daß sich die Ähren unter der Last mehr und mehr neigen. Allmählich werden Halme und Blätter ausgeräumt. Diese mannigfaltigen Vorgänge spielen sich ab, ohne daß wir etwas davon ahnen, solange nicht die Gelbfärbung einsetzt und die endgültige Reife anzeigt.

Unsere Getreidearten (8.7)

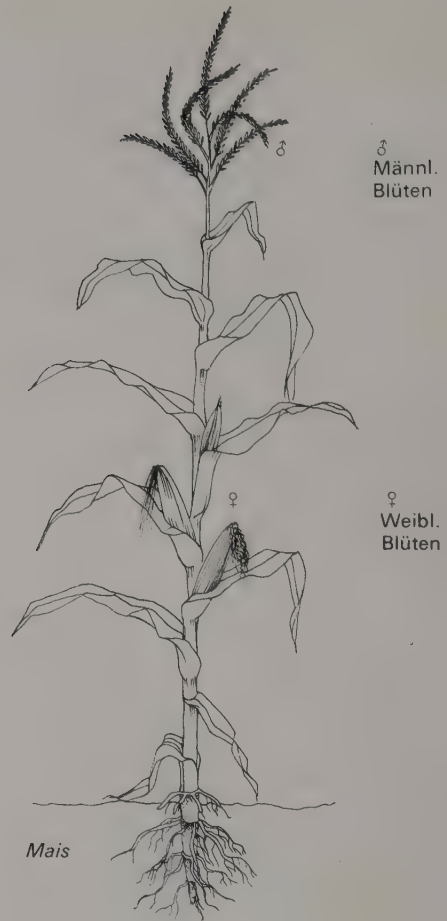
Roggen, Weizen und Korn (Dinkel) werden als *Brotfrucht*, *Gerste* und *Hafer* als *Futtergetreide* und auch als *Nährmittel* angebaut. Der Mais reift bei uns nur in wärmern Lagen (Tessin, Wallis, Churer und St. Galler Rheintal).



Roggen Winter-Weizen Sommer-Weizen Korn Vierzeilige Gerste Zweizeilige Gerste



Hafer



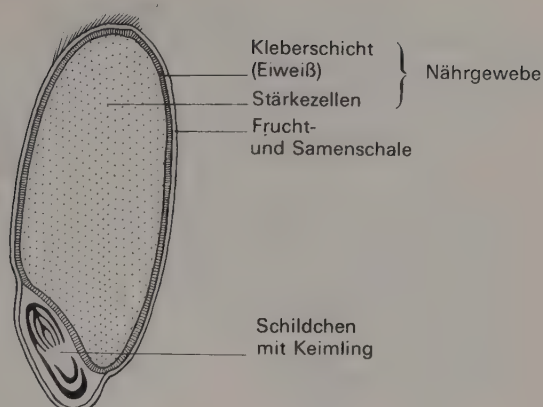
Mais

Unser Brot

Das Backmehl wird in der Regel aus Weizen und Korn, oft aber auch aus Roggen zubereitet. Die Körner werden beim Dreschen gewonnen. Als Abfallprodukte gehen Stroh und Spreu (Spelzen, Spindelstücklein) weg. In der Mühle wird das Mahlgut vorerst gereinigt. Anschließend zerreiben Stahlwalzen stufenweise die Körner. Je nach dem Grad der Ausmahlung entstehen dabei *Vollkornmehl*, *Ruchmehl* oder *Weißmehl*. Das *Weißmehl* stammt aus den Stärkezellen des Nährgewebes (8.8). *Ruchmehl* enthält sowohl zermahlene Stärkezellen als auch Eiweiß der Kleberschicht und Schälenteile (8.8). Im *Vollkornmehl* finden sich alle Teile des Korns, also auch das Schildchen mit dem Keimling. Vollkornmehl ist weniger haltbar, dafür aber reicher an Eiweiß, Vitaminen und Mineralsalzen (8.8).

Der Bäcker bereitet den Brotteig aus Mehl, Wasser und Salz; durch die Wirkung der Hefe geht der Teig auf. Beim Backen gerinnt der Kleber, die Stärke verkleistert, und auf der Oberfläche des Brotes bildet sich eine geröstete Schicht (Rinde). Brot ist ein wohlschmeckendes, hochwertiges Nahrungsmittel. Die dunklen Brotarten sind reicher an verschiedenen Nährstoffen und deshalb für unsere Ernährung besser als die «weißen». Außerdem helfen sie unsere Zähne gesund erhalten.

8.8
Längsschnitt durch ein Roggenkorn



Die Getreideversorgung unseres Landes

Der Getreideanbau in der Schweiz vermag nur etwa die Hälfte unseres Bedarfs an Brotgetreide zu decken. Wir sind gezwungen, die andere Hälfte aus dem Ausland einzuführen. Dies wirkt sich vor allem in Kriegszeiten einschneidend aus, wenn die Grenzen gesperrt sind und keine oder nur eine beschränkte Einfuhr möglich ist. Man versucht dann, den Getreideanbau zu steigern. Dies ist nicht so leicht möglich, weil sich viele Gebiete aus klimatischen Gründen dazu nicht eignen. Zudem sind in den beiden letzten Jahrzehnten viele ertragreiche Flächen des Mittellandes durch Ueberbauung dem Getreideanbau verloren gegangen. In der gleichen Zeit konnten jedoch die Erträge durch bessere Anbaumethoden wesentlich gesteigert werden.

Zahlen zum Getreideanbau in der Schweiz*

	Körnerertrag in t			Anbaufläche in	
	im Durchschnitt der Jahre			im Jahre	ha im Jahre
	1936/40	1941/45	1956/60	1968**	1968**
Brotgetreide					
Winterweizen	135 700	170 600	265 700	330 900	84 350
Sommerweizen	32 800	56 900	37 000	52 100	14 560
Winterroggen	27 700	28 400	36 300	63 200	16 160
Sommerroggen	2 200	2 900	2 100	700	230
Korn = Dinkel	26 700	41 100	14 200	26 300	7 110
Mischel von Brotgetreide	15 700	24 300	11 900	3 700	1 030
Total Brotgetreide	240 800	324 200	367 200	476 900	123 440
Übriges Getreide					
Hafer	29 400	91 500	52 800	29 500	8 261
Wintergerste	3 500	21 900	24 700	48 600	11 900
Sommergerste	8 800	35 100	52 600	62 600	18 205
Mischel von Futtergetreide	—	2 100	13 400	9 200	2 624
Mais	2 800	11 300	3 200	24 300	4 414
Total	44 500	161 900	146 700	174 200	45 404
Total Getreide	285 300	486 100	513 900	651 100	168 844

* nach den Statistischen Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung, Schweizerisches Bauernsekretariat, 1969, Brugg

** vorläufige Angaben

Futtergräser und andere häufige Gräser

Für die Ernährung des Viehs und vieler wildlebender Tiere sind die Futtergräser von großer Bedeutung. Sie sind unscheinbarer als die Getreidearten, ihre Gestalt besteht jedoch bei vielen Arten durch den feingliedrigen Bau. Wir wollen die häufigsten kennenlernen und unterscheiden nach der Zusammensetzung folgende Typen (8.9):

Ährengräser

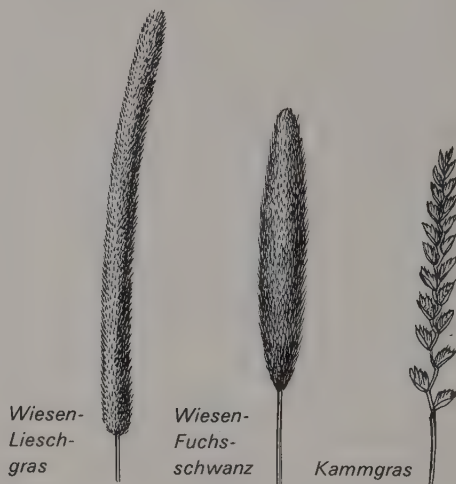
Die Ährchen sitzen direkt auf den Zähnen der Halmspindel



8.9

Ährenrispengräser (Scheinährengräser)

Die Ährchen stehen an kurzen, verzweigten Stielchen, was man erst sieht, wenn man die Scheinähre biegt



Rispengräser

Die einzelnen Ährchen sind deutlich gestielt und bilden eine Rispe



Wiesen-Rispengras

* Gemeines Rispengras

Goldhafer

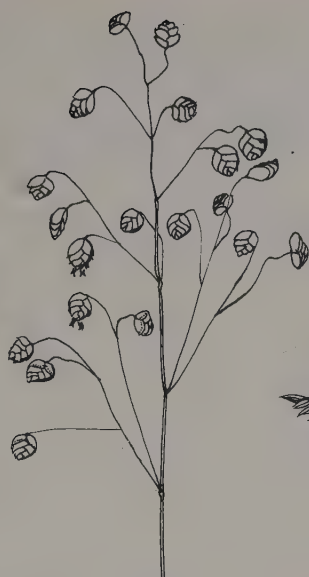
Französisches Raygras



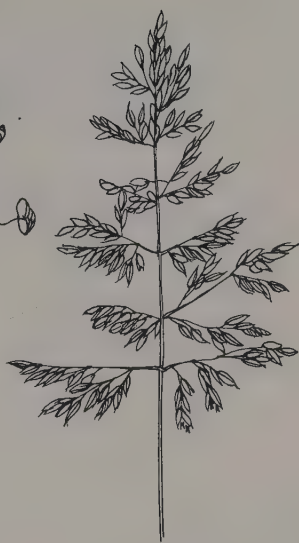
Aufrechte Trespe



Knäuelgras



Zittergras



Honiggras



Wiesen-Schwingel



Flaum-Hafer

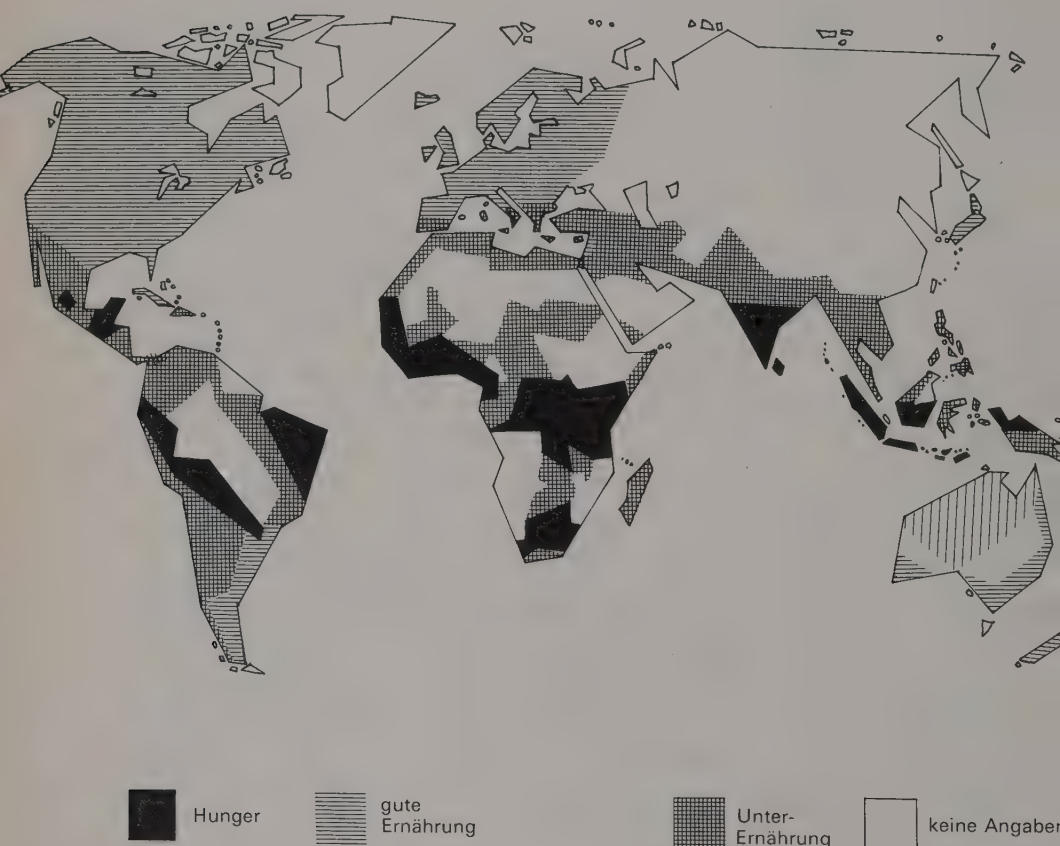


Waldhirse

Merkmale der Gräser: Die Blütenstände der Gräser sind Ähren, Ährenrispengräser oder Rispen. Die Grasblüte umfaßt eine Vorspelze, zwei Schwellkörper, drei Staubblätter und einen Fruchtknoten mit zwei federigen Narben. Die Gräser sind Windblütler. Der Grashalm ist durch Knoten unterteilt. Die Blätter weisen eine längere Blattscheide und eine streifennervige Blattspreite auf.

Der Hunger in der Welt

Nach Schätzungen leiden von den 35 Milliarden Menschen der Erde die Hälfte, vielleicht sogar zwei Drittel, ständig unter Hunger. Von den 900 Millionen Kindern unserer Erde sind 500 Millionen unterernährt. Jährlich sterben schätzungsweise 35 Millionen Menschen den Hungertod. Wir können das unermeßliche Elend und die große Not, die hinter diesen riesigen Zahlen verborgen sind, kaum ermessen. Die folgende Karte (8.10) vermittelt einen Ueberblick über die Entwicklungsländer.



8.10 *Der Hunger in der Welt von heute*

Der Nahe und Ferne Osten, große Gebiete von Afrika, von Mittel- und Südamerika heben sich als Länder mit *dauernder Unterernährung* der Bevölkerung, zum Teil aber auch als eigentliche *Hungergebiete* ab. Die Bevölkerung von Europa, Nordamerika und Ozeanien sowie der Länder des Rio de la Plata ist durchschnittlich gut, zum Teil sogar überernährt.

In den ausgesprochenen Hungergebieten Asiens, Afrikas und Südamerikas jedoch fehlen die einfachsten Nahrungsmittel. Die Einwohner leiden unter dem «*schwarzen Hunger*», der sie quält, deprimiert, ihren Körper schwächt und für Infektionskrankheiten anfällig macht. Die Leute werden arm geboren, leben arm und sterben in größter Armut.

In weiten Gebieten der Entwicklungsländer herrscht der «*weiße Hunger*». Obwohl nach guten Ernten in Asien Reis, in Afrika Maniok (Knollengewächs), und in Südamerika genügend Mais zur Verfügung stehen und die Einwohner sich sattessen können, «hungern» sie trotzdem, da sie einseitig pflanzlich ernährt sind. In ihrer Nahrung fehlen das tierische Eiweiß (Fleisch, Eier, Milch, Butter), das unser Körper zum Aufbau dringend braucht, und verschiedene Vitamine. Die *einseitige Ernährung* schwächt den Körper ebenfalls und führt nicht zuletzt auch der fehlenden Vitamine wegen zu schweren Mangelkrankheiten und Wachstumsstörungen. In diesen Gebieten können sich Infektionskrankheiten schlagartig ausbreiten.

Der Hunger schwächt den Menschen und hindert ihn am Arbeiten. Der Hungernde leistet nicht genug, weil er nicht genug zu essen hat, weil sein Körper zufolge der fehlenden Aufbau- und Betriebsstoffe geschwächt ist. Er hat nicht genug zu essen, weil er nicht genug arbeitet und produziert. Aus diesem unheilvollen Kreis kommt der einzelne, kommen ganze Bevölkerungsschichten nicht heraus. Das Verbleiben in Hunger und Elend und die damit verbundene Aussichtslosigkeit ihrer Lage bilden die Tragik dieser Menschen und Völker.

Warum der weltweite Hunger? In den letzten zwei Jahrhunderten, vor allem aber in den letzten Jahrzehnten ist die Einwohnerzahl der Erde sprunghaft angestiegen, ohne daß die Nahrungsmittelproduktion damit hätte Schritt halten können. Betrug die Bevölkerungszahl der Erde ums Jahr 1900 rund 1,55 Milliarden, hatte sie sich im Jahre 1963 bereits verdoppelt! Schätzungen zufolge soll sie ums Jahr 2000 auf über 6 Milliarden ansteigen, wobei sich diese explosive Zunahme vor allem in den Entwicklungsländern vollziehen wird. Damit wird sich der Hunger dort noch verschärfen. Die Erdbevölkerung nimmt gegenwärtig jährlich um rund 66 Millionen Menschen zu; täglich wollen 180 000 Menschen mehr ernährt, gekleidet und geschult werden. In den Hungergebieten der Welt leben rund zwei Milliarden Menschen, rund drei Fünftel der gesamten Erdbevölkerung. Auf ihrem Gebiet wird aber nur ein Viertel der gesamten Nährstoffe der Erde produziert. Rückständige Landwirtschaft, die sich veralteter Methoden bedient, primitive Viehzucht, ungenügende Bodendüngung, Unkenntnis moderner Schädlingsbekämpfung, ungenügende Bewässerung und Verteilung der Verbrauchsgüter hemmen in den Entwicklungsländern die Ausweitung der Produktion. Schwerwiegende menschliche Eingriffe früherer Zeiten in die natürliche Waldvegetation führten zur Verödung, zur Versteppung und damit zur Unfruchtbarkeit weiter Landstriche. Naturkatastrophen wie das Ausbleiben des Monsunregens im Fernen Osten oder Überschwemmungen vernichten oft in Gebieten mit *einseitiger Anbauweise* (Reis) ganze Ernten, was zu schweren Hungersnöten führt.

Die Ursachen des weltweiten Hungers gehen nicht nur auf die *Bevölkerungsexplosion*, sondern ebenso sehr auf menschliches Versagen und menschliche Unwissenheit zurück.

Fachleute versichern, daß die Erde bei besserem Ausschöpfen aller Nahrungsquellen mehr als die gegenwärtige Bevölkerung ernähren könnte. Dazu sind aber gewaltige Anstrengungen und grundlegende Umstellungen in den Entwicklungsländern notwendig. Man strebt an, die Anbauflächen zu erweitern und die Erträge durch bessere Anbaumethoden zu steigern. Für diese anspruchsvollen Aufgaben muß die Bevölkerung in den Entwicklungsländern geschult werden.

Seit dem letzten Weltkrieg haben die Länder mit gesicherter Ernährung den Völkern der Entwicklungsländer immer wieder größere Nahrungsmittelmengen zur Verfügung gestellt. Diese Form der Hilfe, so dringend sie in den akuten Hungergebieten auch ist, bringt jedoch keine Lösung des Hungerproblems. Verschiedene Staaten und auch viele private Hilfsorganisationen streben heute an, den Hungernden und Darbenden in die Lage zu versetzen, *sich selber weiterzuhelfen*. Dazu braucht es umfangreicher Hilfe durch Techniker, Berater und Lehrer. Es braucht aber auch viel Geld und Maschinen, um den Bewohnern der Entwicklungsgebiete eine möglichst gute Starthilfe zu geben. Die Probleme sind groß, ihre Lösung braucht sehr viel Zeit und Geduld, Unternehmungsgeist und Helferwille.

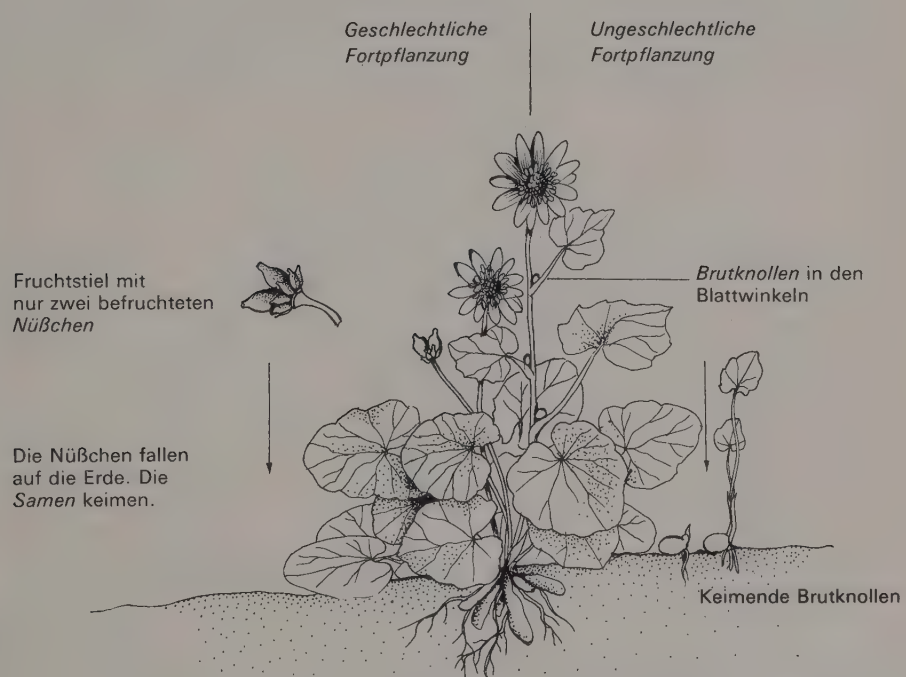
Bestäubung und Befruchtung

9. Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung

Das Leben vieler Pflanzen währt nur kurze Zeit. *Einjährige Pflanzen* dauern einen Sommer lang oder sogar nur wenige Wochen im Frühjahr, Sommer oder Herbst. *Zweijährige Pflanzen* bilden im ersten Sommer meistens eine Blattrosette (vergleiche S. 81, Wildwachsende Mohrrübe), im zweiten blühen und fruchten sie. Einjährige und Zweijährige bezeichnet man als *Kräuter*. *Ausdauernde Pflanzen* wie Scharbockskraut, Tulpen, Efeu, Waldrebe (Niele) und viele andere blühen und fruchten mehrmals. Zu den Ausdauernden gehören ebenfalls *Sträucher* und *Bäume*.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Pflanze ist das *Erzeugen von Nachkommen*; denn ohne Nachkommen müßten viele Arten innert kurzer Zeit aussterben. *Die Pflanzen blühen, um Samen zu bilden. Aus den Samen entwickeln sich junge Pflänzchen.* Die Vermehrung durch Samen bezeichnet man als *geschlechtliche Fortpflanzung*.

Für viele ein- und zweijährige Pflanzen ist es nicht einfach, Samen zu erzeugen. Sie müssen sich in der für sie günstigen Jahreszeit möglichst rasch entwickeln, müssen in Blütenknospen Samenanlagen und Pollensäcke bereithalten. Bei geöffneten Blüten



9.1

Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung beim Scharbockskraut

Durch Tritt (Mensch, Tiere) werden die *Wurzelknollen* auseinanderge-drängt. Aus jeder Knolle kann eine neue Pflanze entstehen

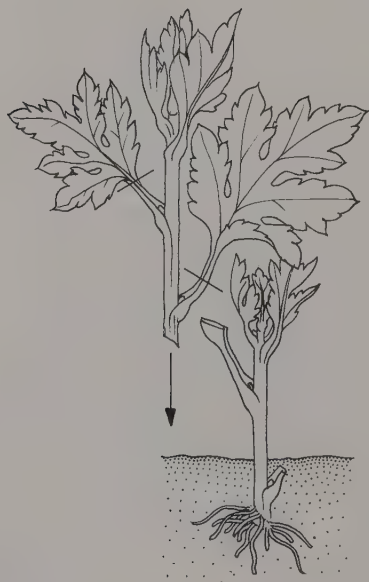
muß sich im entscheidenden Zeitpunkt das geeignete Tierchen zur Übertragung der Pollenkörner einfinden. Nach der Befruchtung wollen die reifenden Samenanlagen noch mit viel Nährstoffen der Mutterpflanze versorgt werden. Zur Zeit der Reife öffnen sich die Fruchtknoten und bieten die Samen dem Wind oder den Tieren zur Verbreitung an. Oft wird auch der Fruchtknoten als Ganzes weggetragen. Die Pflanze ist bei der Bestäubung wie auch bei der Verbreitung der Samen und Früchte in den meisten Fällen auf fremde Hilfe angewiesen.

Viele Pflanzen bilden neben Samen auch Nachkommen aus *Zwiebeln* (Tulpe), *Wurzelstöcken* (Schlüsselblumen, Taubnesseln), durch *Ausläufer* (Erdbeere), aus *Wurzelknollen* (Dahlien), *Stengelknollen* (Kartoffeln) und *Brutknospen* (Wiesen-Schaumkraut). Diese Vermehrungsweise nennt man *ungeschlechtliche Fortpflanzung*.

Sie hat den Vorteil, daß beim Fehlschlagen der Samenbildung, der Samenverbreitung oder der Samenkeimung gleichwohl Nachkommen vorhanden sind, die das Fortbestehen der Art sichern. Allerdings verlieren bei dieser Fortpflanzungsweise besonders die Nachkommen von Kulturgewächsen nach verschiedenen Generationen oft ihre gesunde Lebenskraft und *degenerieren*. Dies kennen wir von den Kartoffelsorten, die im Verlaufe der Zeit ausarten und durch neue ersetzt werden müssen.

Das *Scharbockskraut*, das an feuchten Plätzen verbreitet ist, zeigt beide Vermehrungsarten (9.1). Obwohl es in jedem Frühjahr üppig blüht, bildet es nur vereinzelt Samen. Es vermehrt sich vorwiegend ungeschlechtlich durch Wurzel- und Brutknollen.

Von der ungeschlechtlichen Vermehrungsweise machen die Gärtner häufig Gebrauch, indem sie Pflanzen durch Stecklinge heranziehen (9.2). Sie schneiden Zweigstücklein mit Knospen ab, stecken sie in feuchte Erde und lassen sie bewurzeln. Die Stecklingsbildung hat den Vorteil der raschen Entwicklung.



9.2

Steckling vom Winteraster und dessen Bewurzelung

10. Bestäubung

Von der Notwendigkeit der Bestäubung

Ohne Bestäubung der Blüten gibt es weder Kirschen noch Äpfel. Erfolg oder Mißerfolg der Obsternte hängen von der Tätigkeit der Bienen und weiterer Insekten wie auch von der Zahl der Blüten ab. Verhindert man durch Umhüllen der Blüten einer Pflanze die Bestäubung, so entwickeln sich die Fruchtknoten nicht weiter, und es entstehen im Innern auch keine Samen.

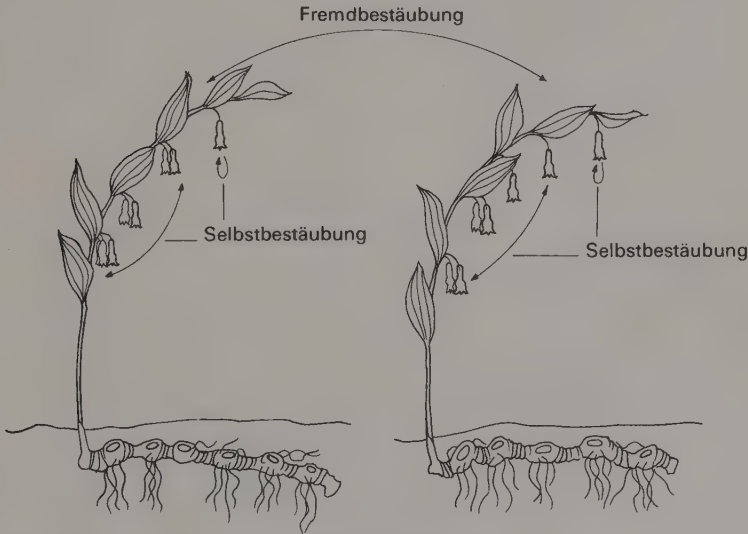
Die Bestäubung ist zur Frucht- und Samenbildung unerlässlich.

Ist das nicht seltsam? Das Übertragen winzig kleiner Pollenkörner, die man vom bloßen Auge noch knapp sehen kann, soll Anstoß geben zur Entwicklung von Früchten und Samen? Das ist tatsächlich so! Viele Versuche haben immer wieder zum gleichen Ergebnis geführt. Bevor wir nun die weiteren Vorgänge im Fruchtknoten betrachten, wollen wir über die Übertragungsweisen des Blütenstaubes mehr vernennen.

Selbstbestäubung und Fremdbestäubung

Wenn beim Salomonssiegel Hummeln die Pollenkörner von den Staubblättern auf die Narbe ein und derselben Blüte übertragen, sprechen wir von *Selbstbestäubung* (10.1). Falls Pollenkörner einer Blüte auf die Narben anderer Blüten der gleichen Pflanze übertragen werden, nennt man diese Bestäubungsart ebenfalls *Selbstbestäubung*.

Übertragen jedoch Hummeln Blütenstaub von einem Salomonssiegel auf einen danebenstehenden der gleichen Art, handelt es sich um *Fremdbestäubung* (10.1).



10.1
Selbstbestäubung und Fremdbestäubung beim Salomonssiegel

Es gibt Pflanzen, die nach Selbstbestäubung reichlich Früchte bilden, so: Erbsen, Bohnen und Weizen. Andere bringen bessere Erträge bei Fremdbestäubung, z. B.

Roggen und Mais. Viele aber bringen nur nach Fremdbestäubung Früchte hervor: Apfel-, Birn-, Kirsch- und Mandelbäume, Tulpen, Klee und andere mehr.

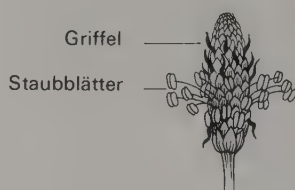
Viele Pflanzen weisen Einrichtungen zur Förderung der Fremdbestäubung und Verhinderung der Selbstbestäubung auf. Diese Einrichtungen sind oft recht unscheinbar, aber trotzdem sehr wirkungsvoll:

Vorstäubende Blüten: Die Staubbeutel geben den Blütenstaub ab, bevor die Narben zur Bestäubung bereit sind (Wiesensalbei 7.8; 7.9, Lippenblütler, Doldengewächse, Korbblütler).

Nachstäubende Blüten: Die Narben sind vor den Staubbeuteln blühreif (Wegerich 10.2). Nachstäubende Pflanzen sind eher selten.

10.2

Nachstäubende Blüten des Mittleren Wegerichs. Aus den mittleren noch geschlossenen Blüten ragt der bestäubungsfähige Griffel hervor; die untern haben ihn bereits verloren, dafür aber die langen Staubblätter entfaltet



Verschiedene Griffellänge: Bei kurzgriffligen Schlüsselblumen (1.2) sitzen die fünf Staubbeutel am Eingang, bei langgriffligen (1.3) in der Mitte der Kronröhre. Steckt eine Hummel ihren Rüssel zuerst in eine langgrifflige Blüte, bleibt der Blütenstaub ungefähr in der Mitte ihres Rüssels kleben. Fliegt sie zu einer kurzgriffligen, findet sich die Narbe auf jener Höhe, auf der an ihrem Rüssel der mitgebrachte Blütenstaub klebt. Zugleich belädt die Hummel sich an Kopf und Rüssel mit Blütenstaub der hochgestellten Staubblätter, den sie beim nächsten Besuch auf der Narbe einer langgriffligen abstreift. Lungenkraut und Forsythia zeigen die gleiche Einrichtung. Die Verschiedengriffeligkeit vermag zwar die Selbstbestäubung nicht ganz, aber doch weitgehend zu verhindern.

Kreuzungen

Bei Fremdbestäubung können Pollenkörner einer andern Rasse oder gar einer andern Art auf die Narbe übertragen werden. Was geschieht jetzt? Sind die Arten nicht nahe verwandt, entstehen weder Früchte noch Samen. Bei nah verwandten Arten dagegen schließt sich der Bestäubung die Befruchtung an. Die Pflanzen bilden Samen, aus denen *Mischlinge (Bastarde)* mit Merkmalen beider Elternpflanzen oder sogar mit neuen Merkmalen hervorgehen.

Derartige Mischlinge treten in der Natur auf. Im Kapitel 6, Rosengewächse, finden sich *Bach-Nelkenwurz* (6.10) und *Gemeine Nelkenwurz* (6.11) dargestellt. An Standorten, wo beide Pflanzen vorkommen, trifft man oft Mischlinge, die bald der einen, bald der andern Elternpflanze näherstehen. Auch zwischen *Bach-Nelkenwurz* und *Berg-Nelkenwurz* (6.12) gibt es Bastarde.

Im Alpengebiet, wo *Aurikel* (1.8) und *Rote Felsenprimel* (1.9) gemeinsam auftreten, finden sich Mischlinge in vielerlei Farbvarianten. Zwischen *Purpur-Enzian* (10.3) und *Gelbem Enzian* (10.4) gibt es ebenfalls Mischlinge (10.5, 10.6).

Mischlinge sind nicht immer fruchtbar. Wohl bilden sie oft Samen, doch keimen diese nicht.

Pflanzenzüchter kreuzen nahe verwandte Arten mit guten Eigenschaften, um Bastarde mit noch bessern Eigenschaften zu erhalten. Durch Auswahl der besten Mischlinge und durch Kreuzungen mit weitem guten Sorten gelingt es, hochwertige Kulturpflanzen zu gewinnen. Dies erfordert große Ausdauer, Geduld und Geschick. Unsere Kulturarten: Getreide, Obstbäume, Gemüsepflanzen und Gartenblumen sind aus derartigen Züchtungen hervorgegangen.

Windblütler und Insektenblütler

Pollenkörner sind unbeweglich. Sollen sie von den Staubbeuteln auf die Narben gelangen, sind sie auf Boten angewiesen, die sie übertragen. *Wind* und *Insekten* übernehmen den Transport. Nach Übertragungsart unterscheidet man *Windblütler* und *Insektenblütler*. Die Blüten beider Typen sind verschieden gebaut und ganz auf die besondere Übertragungsweise ausgerichtet.

	<i>Windblütler</i>	<i>Insektenblütler</i>
<i>Vertreter</i>	Nadelhölzer, Hasel, Erle, Birke, Buche, Eiche, Pappel, Esche, Gräser, Sauerampfer, Wegerich, Brennessel und andere mehr	Obstbäume, Weiden, Schlüsselblumen-, Lilien-, Rosen- und Doldengewächse, Kreuz- und Lippenblütler, Schmetterlings- und Körbchenblütler, Orchideen und viele andere
<i>Blütenstände und Blüten</i>	Blüten zu Kätzchen oder Zäpfchen vereinigt	Kleine Blüten zu wirkungsvollen Blütenständen vereinigt
<i>Blütenhülle</i>	Unscheinbar oder fehlend	Meist groß, mit leuchtenden Farben und auffallenden Zeichnungen (Saftmale). Große Mannigfaltigkeit der Formen
<i>Nektardrüsen</i>	Blüten ohne Duft und Nektar	Blüten mit Duft und Nektar
<i>Staubblätter</i>	Meist zahlreich, aus den Blüten hervorstehend oder an zarten Fäden hängend, dem Wind ausgesetzt, leicht beweglich	Weniger zahlreich, oft versteckt, den Weg zum Nektar versperrend
<i>Blütenstaub</i>	In großen Mengen, trocken, mehlig Pollenkörner der Nadelhölzer mit Luftsäcken versehen, die der andern Windblütler meistens glatt	Meistens in geringeren Mengen, feucht, klebrig, haftend Oberfläche der Pollenkörner häufig rauh
<i>Narben</i>	Groß, oft federig oder pinselförmig, zur Blütezeit herausragend	Nicht besonders groß, vom steifen Griffel in jene Lage gebracht, die für die Bestäubung besonders günstig ist



10.3
Purpur-Enzian (Elternpflanze)



10.4
Gelber Enzian (Elternpflanze)



10.5
Mischling (Bastard)

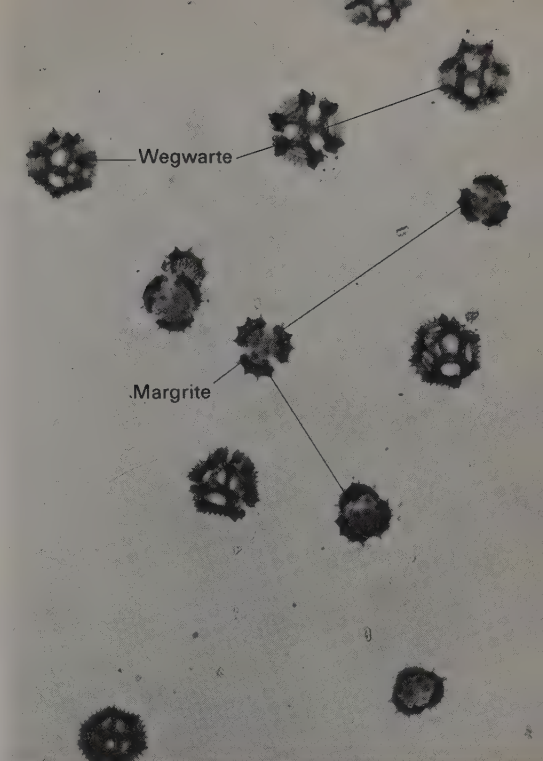


10.6
Mischling (Detailaufnahme)



10.7

Blütenstaub von Windblütlern;
bei den Pollenkörnern des Roggens
ist die Austrittsstelle des Pollen-
schlauches sichtbar; ca. 250x



10.8

Blütenstaub von Insektenblütlern; ca. 400x

11. Befruchtung

Bei der Bestäubung gelangen die Pollenkörner auf die Narbe. Die weiteren Vorgänge, die sich im Innern des Stempels und insbesondere im Fruchtknoten vollziehen, sind sehr schwer sichtbar zu machen. Nicht umsonst konnten die Botaniker den Befruchtungsvorgang bei Pflanzen erst knapp vor der letzten Jahrhundertwende entdecken und klären.

Pollenkörner entstehen in den Pollensäcken der Staubblätter. Sie besitzen eine starke Wandung, die an der Oberfläche Stacheln, Warzen, Stäbchen, Striemen oder netzartige Muster aufweisen kann. Oft ist die Oberfläche auch vollständig glatt. Die verschiedenen Strukturen (10.7; 10.8) kann man nur mit einem guten Mikroskop bei starker Vergrößerung erkennen. Pollenkörner besitzen außerdem Austrittsöffnungen, Poren oder Schlitze. Gräserpollen haben eine Pore, Haselpollen deren drei, Pollenkörner der Liliengewächse dagegen einen Schlitz. Anhand der Form und Zahl der Austrittsöffnungen und der Oberflächenbeschaffenheit eines Pollenkorns ist es möglich zu sagen, von welcher Familie, Gattung oder sogar welcher Art der Pollen stammt.

Im Innern des Pollenkorns findet sich eine farblose, dehnbare, schleimige Masse, das kernhaltige *Plasma*.

Der *Stempel* wird aus einem oder mehreren Fruchtblättern gebildet (vergleiche Kapitel 2, Blattverwandlungen S. 15). Die Blattspitzen sind ausgezogen und bilden Griffel und Narbe. Im Fruchtknoten drin stehen an den verwachsenen Fruchtblatträndern die *Samenanlagen* (2.2). Der Fruchtknoten kann sehr viele Samenanlagen enthalten. Oft findet sich nur eine einzige. Jede Samenanlage enthält einen *Eikern*.

Die Narbe scheidet gewöhnlich einen klebrigen Saft aus. Bei der Bestäubung bleiben die Pollenkörner zwischen den Narbenwarzen hängen, und der Saft klebt sie fest.

Vorerst regt sich nichts. Die Pollenkörner saugen sich mit Narbensaft voll. Plötzlich erscheint in einer der Austrittsöffnungen der *Pollenschlauch*, das *schleimige Plasma*. Er wächst zusehends, wird länger und länger, dringt langsam in den Griffel ein und zwingt sich hinunter. Da in der Regel nicht nur ein, sondern mehrere bis viele Pollenkörner auf der Narbe abgestreift werden, treten verschiedene Pollenschläuche den Wettlauf zu den Samenanlagen hinunter an (11.1). Weil ein Pollenkorn nur klein ist und dementsprechend eine geringe Plasmamasse enthält, die dem Pollenschlauch kaum ermöglichen würde, bis zu den Samenanlagen vorzudringen, muß er während seines Wachstums aus dem Griffelgewebe Nährstoffe und Wasser aufnehmen. Mit großer Sicherheit findet er die Samenanlage. Jetzt öffnet sich das Schlauchende, die dünne Haut. Das Plasma ergießt sich in die Samenanlage und bringt den mitgeführten *Pollenkern* zum *Eikern*. Pollenkern und Eikern liegen vorerst nebeneinander, dann verschmelzen sie miteinander.

Die Verschmelzung von Pollenkern und Eikern nennt man Befruchtung.

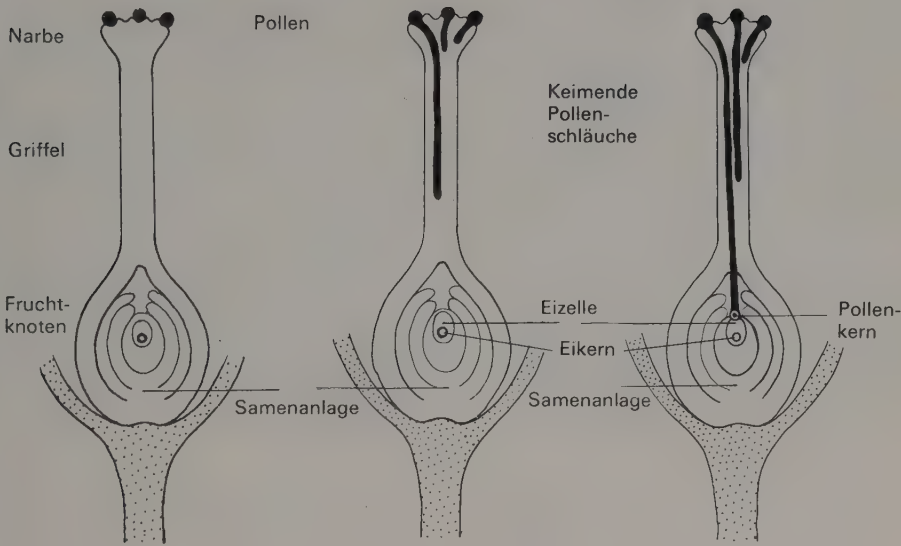
Wie die Verschmelzung vollzogen ist, beginnt die Samenanlage zu wachsen.

Aus der befruchteten Eizelle entsteht der Keimling, aus der *Samenanlage* der Same, aus dem *Fruchtknoten* die Frucht.

11.1
Befruchtungsvorgang, schematisch
und stark vereinfacht dargestellt

Bestäubung

Befruchtung



Familien der Blütenpflanzen — Teil II

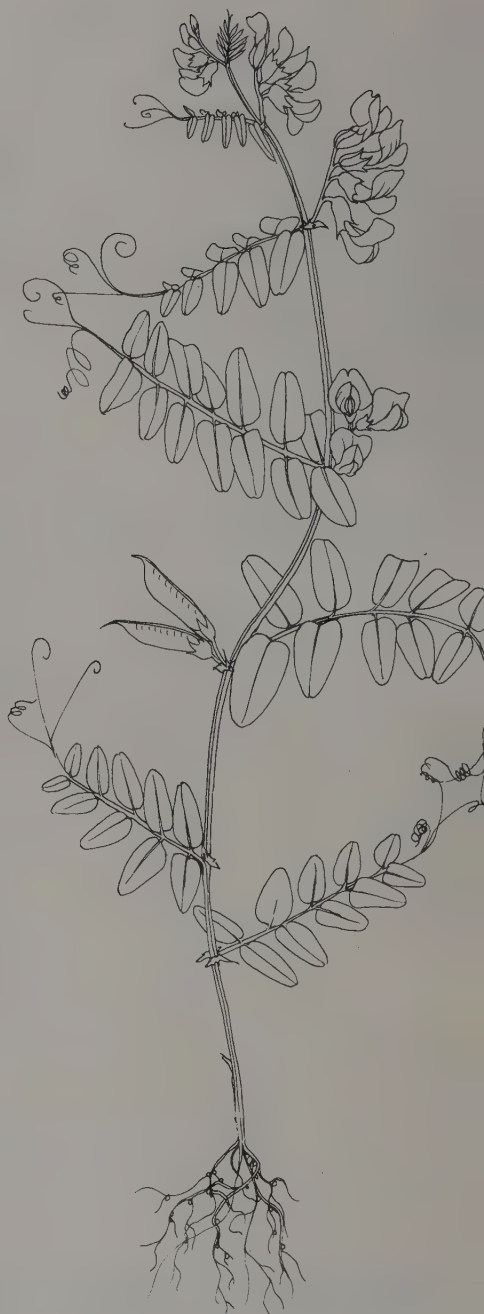
12. Schmetterlingsblütler

Die Zaun-Wicke

Zaun-Wicken (12.1) sind in Wiesen, Hecken und Wäldern verbreitet. Wir graben einige Pflanzen aus und waschen daheim vorsichtig die Wurzeln. Dabei entdecken wir stecknadelkopfgroße *Knöllchen* (12.1). Sie bestehen aus einer braunen Masse von unzählbaren mikroskopisch kleinen *Bakterien*. Diese sind in die Zellen der Wurzeln eingedrungen und haben die Wucherungen verursacht. Die Bakterien erhalten von der Pflanze zum Aufbau und zur Vermehrung Zucker, den sie selber nicht erzeugen können. Dafür besitzen sie die seltene Fähigkeit, den in der Bodenluft enthaltenen *Stickstoff*, ein Gas, zu binden. Nach dem Tod der Bakterien kommt der Stickstoff der *Wirtspflanze* zu gut, die ihn zum Aufbau eigener Nährstoffe braucht. *Zaun-Wicke* und Knöllchenbakterien bilden eine *Lebensgemeinschaft*, eine *Symbiose*. Beide Partner ergänzen einander vorteilhaft. Ziehen die Bakterien aus dem Zusammenleben zuerst den größern Nutzen, ist die Pflanze dafür später im Vorteil. Werden die Wiesen gemäht, bleiben die Wurzeln der *Zaun-Wicke* und anderer Schmetterlingsblütler mit den an Stickstoff reichen Knöllchen in der Erde. Bald werden andere, neue Pflanzen bei ihrem Wachstum von dieser natürlichen *Stickstoffdüngung* Gebrauch machen.

Der schwache Stengel der *Zaun-Wicke* vermag das Gewicht der Blätter und Blüten nicht zu tragen. Wenn wir ihn aufrecht halten wollen, biegt er sich immer wieder herab. Er kann sich nur mit Hilfe der *Blattranken* aufrichten.

Das gefiederte Blatt setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Im flächigen untern Teil stehen an der Mittelrippe vier bis sieben Paare eiförmiger Blättchen. Sie



12.1

Zaun-Wicke



12.9
Rot-Klee



12.10
Luzerne



12.11
Hornklee

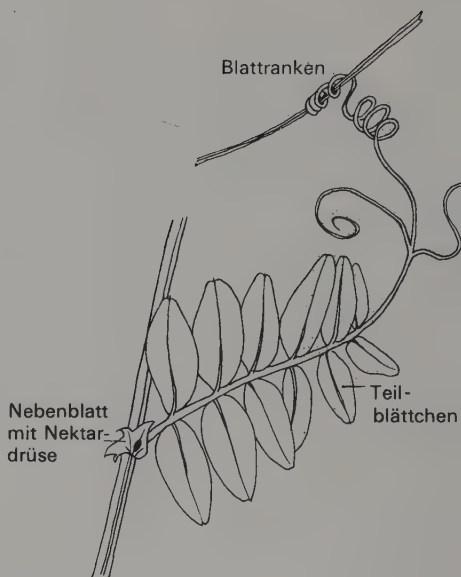


12.12
Wiesen-Platterbse

fangen Sonnenlicht auf und bauen im Innern mit dessen Energie in verwickelten Vorgängen Nährstoffe auf. Der obere Teil des Blattes besteht aus einem oder zwei *Rankenpaaren* und einer *Endranke*. Es sind die Haupttrippen stark zurückgebildeter Teilblättchen, die eine besondere Aufgabe übernommen haben. Berühren junge Blattranken einen Stengel, Halm oder auch das Geflecht eines Zauns, so ringeln sie sich um diese Stütze, wodurch der schwache Stengel Halt bekommt. Auf diese Weise vermag die Zaun-Wicke als Rankenkletterer vom Boden aufzustreben. Teilblättchen und Blattranken bilden zusammen das *paarig-gefiederte Blatt*.

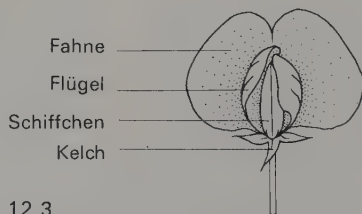
An Pflanzen im Freien und solchen, die wir ins Zimmer gebracht haben, beobachten wir häufig, wie Ameisen stundenlang auf- und abgehen, bis zu den Ranken klettern und wieder zu den beiden zugespitzten Blättchen am Grunde der Blattstiele, den *Nebenblättern* (12.2), zurückkehren. Was finden sie wohl? Auf der Unterseite der Nebenblätter scheiden rotbraune Schüsselchen süßen Nektar aus. Dort glänzt oft an Vormittagen ein glasklarer Tropfen, der Ameisen und zuweilen auch Bienen und Hummeln herbeilockt.

Aus den Achseln der obern Blätter gehen Triebe hervor, an deren Ende drei bis sechs trübviolette Blüten eine *Traube* bilden. Da die Blüten der *Zaun-Wicke* klein sind, sehen wir uns den Blütenbau besser an den großen Blüten der *Garten-Wicke* oder einer *Garten-Platterbse* an. Es eignen sich dazu auch die Blüten der *Garten-erbse*, der *Lupinen*, *Esparsetten* und des *Goldregens*. Fünf verwachsene Kelchblätter bilden einen fünfzähligen Becher, der die Kronblätter zusammenhält (12.3). Im Kreis der Kronblätter steht oben die steil aufgerichtete *Fahne*. Die beiden seitlichen *Flügel* schließen das *Schiffchen* ein, das durch Verwachsen zweier Kronblätter entstanden ist. Fahne, Flügel und Schiffchen bilden die Krone (12.4).

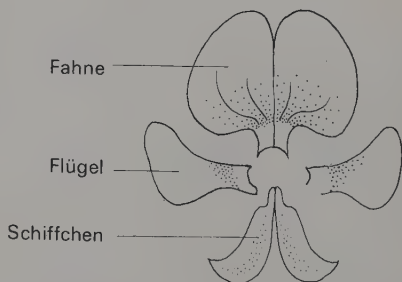


12.2
*Paarig-gefiedertes Blatt mit
Wickelranken und Nebenblättern*

Blüte einer *Garten-Platterbse*



12.3
Blüte von vorn

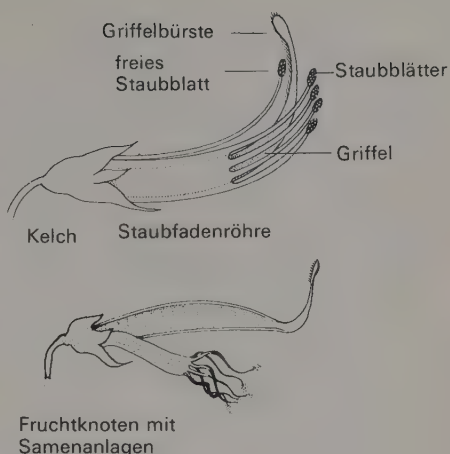


12.4
Krone

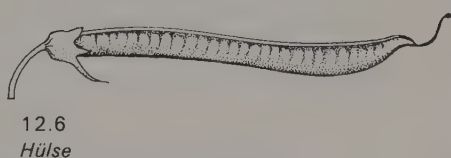
Auch diese Blüte ist wie bei der *Taubnessel* und *Wiesen-Salbei* zweiseitig-symmetrisch gebaut. Beim Herunterdrücken des Schiffchens werden die unscheinbaren Staubblätter sichtbar, von denen neun mit ihren Fäden zu einer winzigen Röhre verwachsen sind (12.5). Die Längsspalte oben wird durch den freien Staubfaden des zehnten Staubblattes geschlossen. Am Grunde der Staubblätter scheiden Drüsen Nektar aus. Vom Stempel sind nur die Narbe und der aufwärtsgebogene Griffel mit der *Griffelbürste* sichtbar; der flache Fruchtknoten ist in der Staubfadenröhre eingeschlossen. Hält man den herausgelösten Fruchtknoten gegen das Licht, kann man längs der oberen Seite (Bauchnaht) die winzigen Samenanlagen durchschimmern sehen (12.6).

Der Bestäubungsvorgang zeigt, wie auch diese Blüten ausgezeichnet auf Insektenbesuch abgestimmt sind. Angelockt durch die farbige Krone landen Bienen oder Hummeln auf den beiden Flügeln der Blüte. Sie drücken mit ihrem Körpergewicht Flügel und Schiffchen hinunter. Gleich tritt der Griffel hervor und berührt mit der Narbe die Bauchseite des Insekts, an der vielleicht schon Blütenstaub bereits besuchter Blüten der gleichen Art haftet. Gleichzeitig belädt die volle Griffelbürste die Unterseite des Tierchens mit eigenem Blütenstaub; denn schon vor dem Anflug hatten sich die reifen Staubbeutel geöffnet und die Bürste mit Pollenkörnern überschüttet. Beim Wegfliegen des Insekts nehmen Schiffchen und Flügel die ursprüngliche Lage ein; die Blüte ist für einen neuen Insektenbesuch wiederum bereit.

Nach der Bestäubung welkt die Krone der Zaun-Wicke, verdorrt und fällt ab. Aus dem Kelch ragt der Fruchtknoten hervor, der sich jetzt zu einer *Hülse* entwickelt. Sie ist aus einem einzigen Fruchtblatt entstanden, das sich längs der Hauptrippe



12.5
*Blüte nach Entfernen von
Fahne und Flügel*



12.6
Hülse



12.7
*Zaun-Wicke; aufspringende Hülse,
die Samen wegschleudernd*



12.8
*Blüte des Rot-Klees, von Hummel
oder Biene seitlich angebissen*

gefaltet hat, wobei die Blattränder zur Bauchnaht verwachsen sind. Nach vollzogener Befruchtung wachsen die Samenanlagen zu Samen heran. Bei der Reife springt die Hülsenfrucht auf (12.7). Die beiden ausgetrockneten Hülsenwände schleudern durch blitzschnelle Drehung die Samen fort. Die *Zaun-Wicke* gehört zu den *Schmetterlingsblütlern*. Wir wollen einige weitere Arten aus dieser Familie kennenlernen.

Wiesen

Der *Rot-Klee* oder *Wiesen-Klee* (12.9) ist die bekannteste und wichtigste unserer Klee-Arten. Er wird als ergiebige Futterpflanze häufig angebaut. Da seine Kronblätter lang, schmal und außerdem am Grunde unter sich noch verwachsen sind, vermögen nur Schmetterlinge und Hummeln mit langen Rüsseln zum Nektar zu gelangen. Bienen und kurzzrüsslige Hummeln beißen die Blütenröhrchen seitlich an, um sich den süßen Saft zu beschaffen (12.8). Die Blüten bleiben dabei unbestäubt.

Die *Luzerne* (12.10), die ebenfalls angebaut wird, blüht in den Wiesen heller oder dunkler violett auf. Ein Luzerne-Feld ist eine prächtige Bienenweide. Die Früchte der *Luzerne* sind schraubenförmig gewunden.

Drückt man beim *Hornklee* oder *Wiesen-Schotenklee* (12.11) auf das Schiffchen, wird aus der Schiffchenspitze ein dünnes Würstchen verklebten Blütenstaubes ausgepreßt. Das gleiche geschieht, wenn ein Insekt auf den Flügeln der Blüte landet und das Schiffchen hinunterdrückt.

Die *Wiesen-Platterbse* (12.12) ist eine weit verbreitete Pflanze. Sie trägt ihre gelben Blüten an langgestielten Trauben. Ihre Blätter sind nur einpaarig gefiedert und weisen lange Wickelranken auf.

Die *Espарsette* (12.13) wächst auf trockenen Matten sonniger Hänge, doch wird sie auch häufig angebaut. Ihre Blätter sind sechs- bis zwölfpaarig gefiedert. Die hellroten Blüten sind durch die feinen dunklen Streifen besonders hübsch.

Die *Kriechende Hauhechel* (12.14) findet sich auf sonnigen, magern Plätzen der Wiesen, oft auch an Böschungen und Bahndämmen. Bienen bestäuben die großen roten Blüten. Die ganze Pflanze ist drüsig behaart.

Auf trockenen Wiesen und Weiden wächst der *Gemeine Wundklee* (12.15). Früher wurde aus der Pflanze häufig ein Wundmittel zubereitet.

Laubmischwälder

Unter den Frühblühern finden wir in Laubmischwäldern die schöne *Frühlings-Platterbse* (12.16). Sie überrascht uns im unbelaubten Wald mit ihrer schönen Gestalt und den zierlichen, roten Blüten.

Bedeutung der Schmetterlingsblütler

Verschiedene Schmetterlingsblütler sind für unsere *Ernährung* wichtig, weil ihre Samen reich an *Eiweiß* und *Stärke* sind. Wir nennen die *Bohnen*, *Sojabohnen*, *Erbsen* und *Linsen*. Aus den Samen der *Erdnuß* wird Arachidöl gewonnen.

Eine Reihe von Stauden, Sträuchern und Bäumen zieren die Gärten und Anlagen: *Lupine*, *Ginster*, *Goldregen* (Samen giftig!), *Glycine* und *Robinie* oder *Falsche Akazie*.

Merkmale der Schmetterlingsblütler: Fünfteilige Krone, bestehend aus der Fahne, zwei Flügeln und dem zweiblättrigen Schiffchen, zehn Staubblätter, alle zu einer Röhre verwachsen oder häufiger das oberste einzeln stehend und nur neun verwachsen, zweiklappige Hülsenfrucht, die bei der Reife aufspringt, meist dreiteilige oder gefiederte Blätter, Wurzeln mit Knöllchenbakterien.



12.13
Esparsette



12.14
Kriechende Hauhechel



12.15
Gemeiner Wundklee



12.16
Frühlings-Platterbse

13. Nachschattengewächse

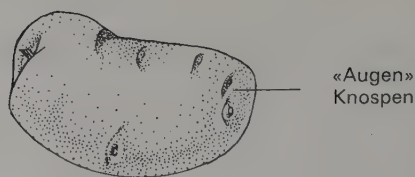
Die Kartoffel

Neben Milch und Brot ist die *Kartoffel* eines unserer wichtigsten Nahrungsmittel. Wir bereiten sie für viele Mahlzeiten auf mancherlei Art und Weise zu. Unsere Verfahren haben sie noch nicht gekannt, und wir können uns nur schwer vorstellen, wie sie sich ohne die Knollen dieser wertvollen Kulturpflanze ausreichend ernähren konnten.

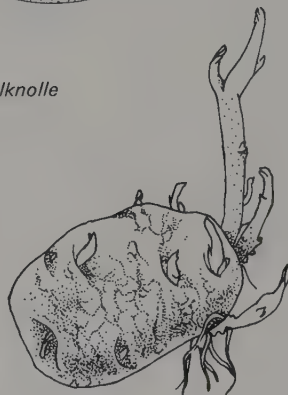
Die *Kartoffel* stammt aus den Gebirgsländern Südamerikas, wo sie von den Indianern schon lange Zeit vor der Eroberung durch die Spanier gepflanzt worden war. Es ist merkwürdig, daß sie vorerst als Zierpflanze nach Spanien gebracht wurde. Seit rund zweihundert Jahren baut man die *Kartoffel* in Europa allgemein an. Sie gedeiht bei uns im Mittelland ausgezeichnet und bringt auch in höhern Lagen der Voralpen und der Alpen (Wallis, Graubünden) noch gute Erträge. Im Gegensatz zum Brotgetreide reicht der eigene Anbau zur Versorgung der Bevölkerung unseres Landes aus. In frühern Zeiten traten bei uns nach Mißernten oft schwere Hungersnöte auf. Nachdem die *Kartoffel* angebaut wurde, war die Gefahr des Hungers weitgehend gebannt.

Wachstum und Knollenbildung

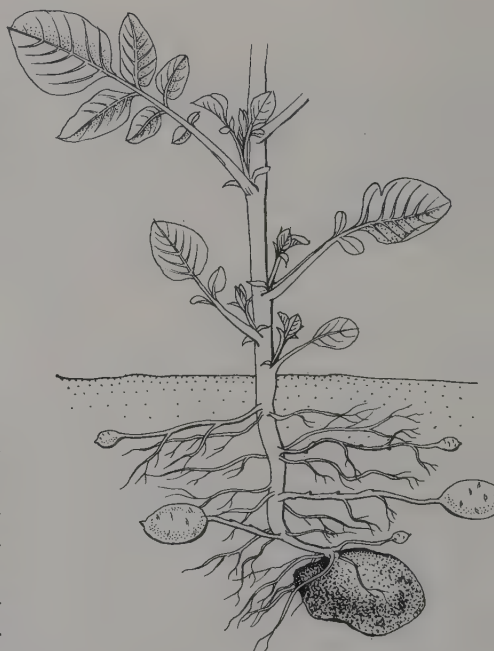
Kartoffelknollen weisen an ihrer Oberfläche «Augen» auf (13.1), aus denen im Frühjahr schon im dunklen Keller weißliche Triebe hervorbrechen (13.2). Die «Augen» sind Knospen, die auf ihre Entwicklung warten. Da die zarten, hochgeschossenen Stengel leicht abbrechen, wählt man im Frühjahr zum Setzen der *Kartoffeln* Knollen mittlerer Größe, die nur leicht angetrieben sind. Im lockern, gut gedüngten Boden wachsen aus der Knolle so viele Stengel aus, als «Augen» vorhan-



13.1
Kartoffelknolle



13.2
Kartoffelknolle mit Trieben

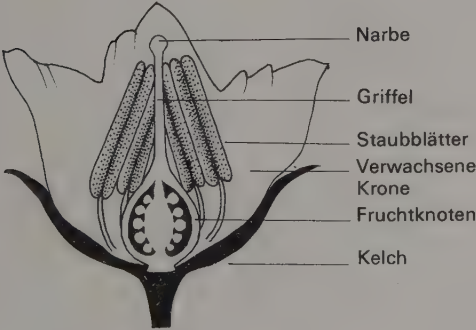


13.3
Alte Kartoffelknolle mit mehreren Stengeln und jungen Knollen

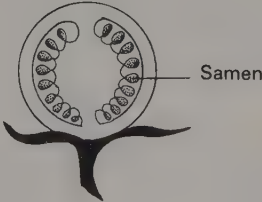
den sind. Nach rund drei Wochen durchstoßen die Triebe die Erde, ergrünen rasch und bilden bald unpaarig gefiederte Blätter aus. Gleichzeitig verzweigen und bewurzeln sich die Stengel im Boden stark. Die alte Knolle ist inzwischen schon ziemlich zusammengeschrumpft, ein Zeichen dafür, daß Nährstoffe in die schnell wachsenden Triebe umgelagert worden sind. An den waagrecht verlaufenden Stengeln entwickeln sich bald kleine junge Knollen (13.3). Häufelt man jetzt die Erde um die Pflanze an, so werden durch Verzweigungen noch vermehrt Triebe mit neuen Knollen gebildet. Auch das Blattwerk wird jetzt kräftig und üppig. Mit Hilfe des Sonnenlichtes stellt es aus dem durch die Wurzeln aufgenommenen Wasser und dem Kohlensäuregas der Luft Zucker her (vergleiche Seite 192). Dieser wird durch die Stengel der Staude abtransportiert, zu Stärke verwandelt und in die Knollen eingelagert. Je größer und kräftiger das Blattwerk, umso mehr Stärke kann gebildet werden und umso größer werden die Knollen in der Erde.

Im Hochsommer blühen an den Stauden weißliche oder blaßviolette Blüten auf (13.4). Kelch und Kronblätter sind je zu einem Trichter verwachsen. Der Griffel wird von den fünf länglichen Staubbeuteln dicht umschlossen; nur die Narbe ragt über sie hinaus. Da die Blüten keinen Nektar enthalten, werden sie nur selten von Insekten besucht. Die Staubbeutel öffnen sich an der Spitze, und der Blütenstaub bleibt teilweise an der Narbe hängen. Die Blüte kann sich also selber bestäuben. Bald entwickelt sich eine fleischige, grünschalige Frucht, eine *giftige Beere*, die ungenießbar ist. Bei der Ernte werden die Stauden mit den Beeren vernichtet. Will man jedoch neue Kartoffelsorten züchten, muß man, wie dies in den Versuchsanstalten geschieht, die in den Beeren eingeschlossenen Samen ernten und später aussäen.

Kartoffeln werden indessen für Feldkulturen *nicht gesät*, sondern *gesetzt*. Die «Saatkartoffeln» sind nicht Samen, sondern mit Knospen besetzte *Stecklinge*, also *Teile der Mutterpflanze*. Die *samenlose Vermehrungsweise* durch *Stengelknollen* geht rasch vor sich. Nach Jahren jedoch *degenerieren* bei der *ungeschlechtlichen Fortpflanzung* die Sorten, so daß sie durch neue ersetzt werden müssen, die man aus Samen gewinnt. Nachdem die Pflanzen verblüht sind, werden Stengel und Blätter gelblich und verdorren. Im Boden zersetzt sich das Stengelgewirr, und die neuen Knollen werden frei.



13.4
Längsschnitt
durch eine Kartoffelblüte



13.5
Längsschnitt durch die Kartoffelbeere

Bald kann die Ernte beginnen. An Stelle der einen, im Frühjahr gesetzten Kartoffel, die inzwischen verfault ist, erscheinen jetzt zehn bis dreißig oder mehr Knollen aller Größen! So viele wertvolle Nährstoffe hat das Blattwerk im Verlaufe des Sommers gebildet. Die Knollen weisen wiederum «Augen» auf und können sich im nächsten Sommerhalbjahr zu neuen Pflanzen entwickeln.

Im Nährwert stehen die *Kartoffeln* den Getreidekörnern nach. Der Nährgehalt von einem kg Getreidekörnern entspricht ungefähr dem von vier kg Kartoffeln.

Einige Zahlen zum Kartoffelanbau in der Schweiz*

Jahr	Anbaufläche in ha	Ernte in q
1939	47300	6 199 000
1944	89900	18 245 000
1950	55600	13 344 000
1961	51000	12 393 000
1968	36600	10 980 000

* Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung, Schweizerisches Bauernsekretariat, Brugg, 1969

Andere Nachtschattengewächse

Die meisten Pflanzen der Familie sind mehr oder weniger giftig. Die Familie umfaßt neben der *Kartoffel* noch weitere wichtige *Gemüsepflanzen*, dann aber auch *Gift-* und *Heilpflanzen*.

Gemüsepflanzen

Die *Tomate* stammt aus dem tropischen Amerika. Sie wird erst seit dem letzten Jahrhundert bei uns angebaut. Die grünen Teile der Pflanze sind wie bei der *Kartoffel* leicht giftig, die Frucht jedoch ist im Gegensatz zu den Beeren der Kartoffel genießbar. Die *Eierfrucht* oder *Aubergine* wird ihrer gurkenförmigen, glänzend violetten Früchte wegen sehr geschätzt. Sie stammt wahrscheinlich aus Ostindien.

Der *Spanische Pfeffer* oder die *Paprika* kommt aus dem tropischen Amerika. Ihre farbigen Früchte liefern ein scharfes Gewürz. *Peperoni* sind unreife Früchte milder Paprika-Sorten.

Giftpflanzen

Die *Tollkirsche* (13.6) ist eine kräftige, hohe Staude sonniger Waldlichtungen. Ihre schwarzglänzenden verlockenden Beeren enthalten ein sehr gefährliches Gift, das *Atropin*. Wenige genossene Beeren können den Tod herbeiführen! Da das Atropin die Augenpupille zu erweitern vermag, wird es in der Augenheilkunde verwendet.

Der *Tabak* (13.7) stammt aus Südamerika. Er wurde im Jahre 1550 erstmals nach Portugal gebracht. Von der Pflanze werden die Blätter geerntet, behandelt und zu Tabak, Zigarren und Zigaretten verarbeitet. Die Blätter enthalten das starke Gift *Nikotin*.



13.6
Tollkirsche



13.7
Tabakpflanze



13.8
Bittersüßer Nachtschatten



13.9
Juden- oder Blasenkirche

Der *Bittersüße Nachtschatten* (13.8) findet sich als Kletterpflanze in Auwäldern und Ufergebüsch. Seine Blüten tragen violette Kronzipfel, die am Grunde mit zwei grünen Tupfen geschmückt sind. Die reifen Beeren sind oval, rot, zuerst bitter, später süß und leicht giftig.

Der *Schwarze Nachtschatten* ist an Wegen, auf Schuttplätzen und in Pflanzungen als Unkraut verbreitet. Seine kugeligen, schwarzen Beeren sind ziemlich giftig.

Die *Juden- oder Blaskirsche* (13.9) fällt durch ihren blasig aufgetriebenen, orange-farbenen Kelch auf (Zauberlaterne). Er umschließt eine rote Beere. Die Pflanze, die häufig in Gärten gezogen wird, lockt damit die Vögel zur Verbreitung der Frucht an.

Merkmale der Nachtschattengewächse: Blüten regelmäßig fünfzählig, mit verwachsenen Kelch- und Kronblättern. Die Frucht ist eine Beere. Die Familie umfaßt Gift- und Heilpflanzen aber auch wichtige Gemüsepflanzen.

14. Doldengewächse

Die Wildwachsende Mohrrübe

Im Spätsommer und Herbst blühen die großen Dolden der *Wildwachsenden Mohrrübe* auf (14.1). Man findet die Pflanze häufig an Wegrändern, Strassenböschungen und auf trockenen Wiesen. Wenn nach einem heißen Sommer Gräser und Kräuter der Trockenhänge abgesengt und verdorrt sind, steht die *Wilde Möhre* immer noch frisch mit ausgebreiteten grünen Blättern da. Dank ihrer starken, fleischigen *Pfahlwurzel* (14.2) vermag sie selbst an steinigen Orten harte Trockenzeiten zu überstehen. Im ersten Jahr ihres Wachstums bildet die Pflanze noch keine Blüten aus, sondern entfaltet über dem Boden nur eine Rosette fein zerteilter Blätter. Diese erzeugen im Verlaufe des Sommers mit Hilfe des Sonnenlichtes Nährstoffe, die in die Pfahlwurzel abgeleitet und in die Speichergewebe eingelagert werden.

Schneiden wir eine Pfahlwurzel durch, fällt uns der eigenartige Geruch auf, der an *Karotten* erinnert. Unsere Karotten (Rüebli) des Gartens sind wohl aus kultivierten Unterarten der *Wilden Möhre* herausgezüchtet worden. Die Karottenwurzel ist verdickt, zart, saftig und zuckerreich und enthält einen gelben Farbstoff, das *Karotin*, das für unsere Ernährung sehr wichtig ist.

Nachdem die Pflanze überwintert hat, will sie im zweiten Jahr ihrer Entwicklung blühen, um Früchte mit Samen zu bilden. Im Frühjahr erhebt sich inmitten der alten Rosette ein behaarter Stengel, der einzelnstehende, zwei- bis dreifach fiederschnittige Blätter entfaltet. Die Blattstiele umfassen den Stengel mit einer *Scheide*. Häufig entwickeln sich aus den Blattachsen weitere Äste. Der schlanke Stengel, die zerteilten, nach oben kleiner werdenden Blätter und die krönenden Dolden fügen sich zu einem ausgewogenen, schö-



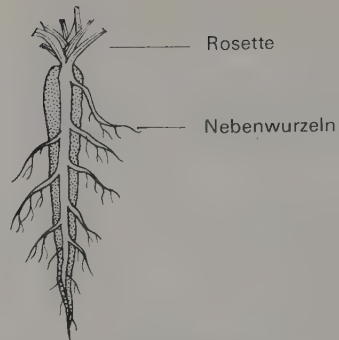
14.1

Wildwachsende Mohrrübe

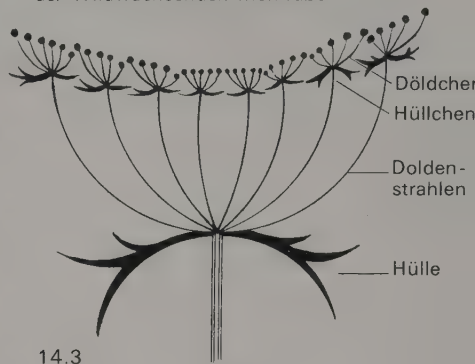
nen Pflanzenbild. Gelegentlich findet man Raupen oder Puppen des *Schwalbenschwanzes* (14.1) auf der Pflanze.

Viele kleine *Einzelblüten* sind in der *zusammengesetzten Dolde* in eine Ebene gerückt und bilden wie kleine Steine eines Mosaiks eine große, weithin sichtbare helle Fläche, die durch die vergrößerten Randblüten noch auffälliger wird. Einige gefärbte Einzelblüten bilden in der DoldeMitte einen violettroten Punkt. Jede Dolde umfaßt rund zwanzig *Döldchen*. Am Grund eines jeden Döldchens sitzt ein *Hüllchen* aus linealen Blättern; ebenso findet sich am Grunde der großen Doldenstrahlen eine formvollendete *Hülle* aus scharfgeschnittenen, fiederspaltigen Blättern (14.3). Hülle und Hüllchen schützen die noch jungen Blütenanlagen.

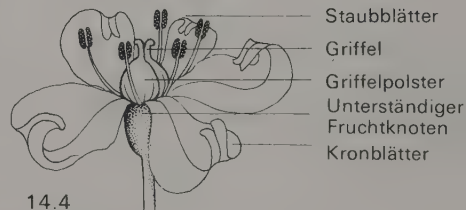
An den kleinen Blüten fallen uns vor allem die fünf weißen Kronblätter auf, die an der Spitze eingebogen sind (14.4). Der unscheinbare Kelch wird durch fünf Zähnen angedeutet. Der Fruchtknoten liegt unterhalb der Ansatzstelle der Kronblätter, ist also *unterständig*. Eine fleischige Scheibe, das *Griffelpolster*, die dem Fruchtknoten aufliegt, sondert eine glänzende Schicht süßen Nektars ab. Über der Scheibe erheben sich die beiden Griffel mit den Narben. Die Pollensäcke der fünf Staubblätter reißen zu einer Zeit auf, da die Griffel noch unentwickelt sind und nicht bestäubt werden können. Durch die *vorstäubenden* Staubblätter verhindert die Blüte weitgehend die Selbstbestäubung. Nach dem Verblühen biegen sich die Doldenstrahlen mit den Döldchen einwärts, so daß der Blütenstand einem Vogelneest gleicht (14.5). Erst wenn die Früchte reif sind, breiten sich die Strahlen bei trockenem Wetter wieder aus.



14.2
Längsschnitt durch eine Pfahlwurzel der Wildwachsenden Mohrrübe



14.3
Zusammengesetzte Dolde



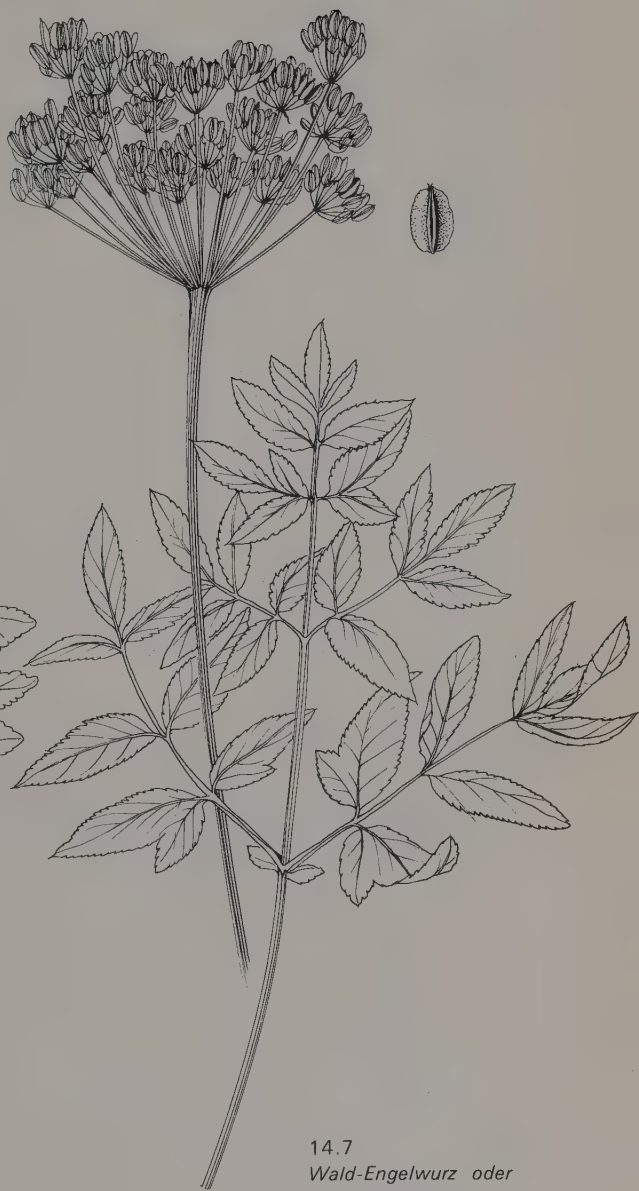
14.4
Einzelblüte der Wildwachsenden Mohrrübe



14.5
Fruchtstand und Spaltfrucht der Wildwachsenden Mohrrübe



14.6
Pastinak



14.7
*Wald-Engelwurz oder
Wilde Brustwurz*

Zur Reifezeit spalten die einzelnen Früchtchen auf, wobei die beiden *Teilfrüchtchen* am gabeligen *Fruchtträger* hängenbleiben (14.5). Zerriebene Früchtchen riechen fein aromatisch. Preßt man sie auf einem Papier aus, hinterlassen sie einen Fettfleck, der bald wieder verschwindet; das ausgepreßte Öl ist leichtflüchtig, *ätherisch*.

Jedes Teilfrüchtchen weist vier Reihen hakenförmig gekrümmter Stacheln auf. Diese *Klettfrüchte* heften sich an die Haare vorüberstreichender Tiere, vor allem des Viehs, der Rehe und Hasen, die sie verbreiten.

Die *Wildwachsende Mohrrübe* gehört zur Familie der *Doldengewächse*. In unserem Land gibt es mehr als achtzig verschiedene Arten dieser Familie.

Einige Arten aus der Familie der Doldengewächse

Sellerie, *Karotten* und *Fenchel* sind *Gemüsepflanzen*. Verschiedene Doldengewächse braucht man ihrer ätherischen Öle wegen zum Würzen von Speisen. Von *Kümmel* und *Anis* verwendet man die Früchtchen, von *Dill* und *Fenchel* die Blätter und Früchtchen, von *Petersilie*, *Sellerie* und *Liebstöckel* (Maggikraut) die Blätter.

Auf Fettmatten trifft man häufig Bestände von *Wiesen-Kerbel*; auch der *Bärenklau* ist hier vertreten.

Der *Pastinak* (14.6) an Wegrändern und auf Wiesen ist am grob gefurchten Stengel und an den gelben Blüten und Früchtchen leicht zu erkennen.

Die *Wald-Engelwurz* oder *Brustwurz* (14.7) ist ein bis eineinhalb Meter hoch werdendes Doldengewächs feuchter Waldstellen, Gebüsche und Sumpfwiesen.

Der *Sanikel* (14.8) feuchter Laubwälder hat langgestielte, dem Boden anliegende Blätter. Seine Döldchen sind zu einem Köpfchen vereinigt. Er wird auch heute noch als Heilmittel gegen Blutungen und Quetschungen verwendet.

Bei der *Großen Sterndolde* (14.9), einer Pflanze der Bergwiesen und Wälder höherer Lagen, werden die Döldchen von den dicht beieinanderstehenden, rötlichen Hüllblättern überragt.

Ein nicht auszurottendes Unkraut in der Nähe von Siedlungen und in Obstgärten ist der *Geißfuß* (Baumtropfen). Er treibt lange unterirdische Ausläufer. Sticht man die Pflanze aus, bleiben immer Ausläuferstücke im Boden, die wiederum neue Pflanzen hervorbringen können.

Merkmale der Doldengewächse: Viele kleine Einzelblüten zu einem doldigen Blütenstand vereinigt, meist stark zerteilte Blätter, die den Stengel mit einer Scheide umschließen, Ausbildung von Spaltfrüchtchen, die bei der Reife in zwei Teilfrüchtchen zerfallen, aber einige Zeit noch am gabeligen Fruchtträger hängenbleiben. Die Pflanzen enthalten ätherische Öle.



14.8
Sanikel



14.9
Große Sterndolde

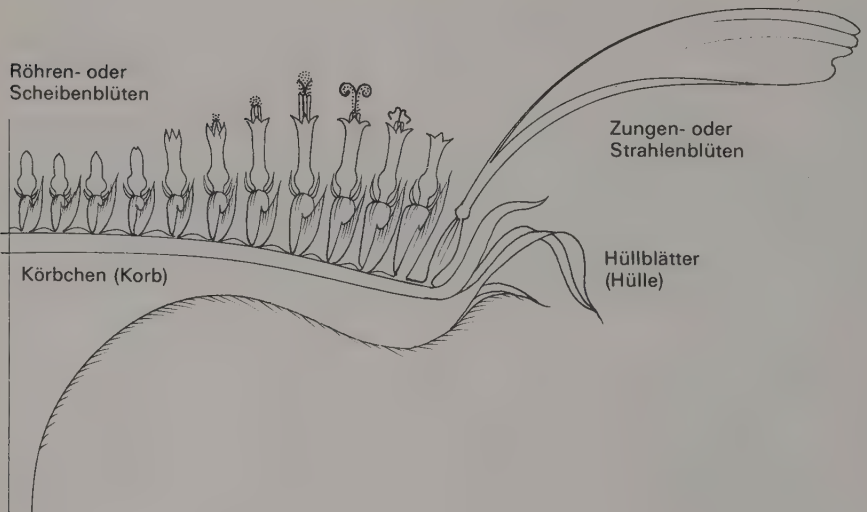
15. Korbblütler

Im Spätsommer und Herbst prangen viele Gärten im schönsten Blumenschmuck. Es ist die Zeit der Korbblütler: *Ringelblumen* und *Astern*, *Rudbeckien*, *Margriten* und *Sammetblumen* (*Tagetes*), *Zinnien* und *Chrysanthemen* verleihen ihnen die leuchtende Farbenpracht. Aber nicht nur in den Gärten, auch draußen an den Wegrändern, in den Wiesen und Wäldern, ja sogar bis weit oberhalb der Waldgrenze der Gebirge trifft man zahlreiche Korbblütler an.

Ähnlich wie bei den Doldengewächsen sind auch bei den Arten dieser Familie viele kleine Einzelblüten zu einem wirkungsvollen *Blütenstand*, hier einem *Körbchen*, vereinigt. Da die Blüten vieler Arten winzig klein sind, lassen sich die Merkmale ihres Baus ohne Hilfsmittel nicht erkennen. Zum genauen Beobachten und Erfassen eignen sich die großen Blüten der *Wegwarte* oder der *Sonnenblume*.

Die Sonnenblume

Die *Sonnenblume* gleicht wegen ihrer Hülle, dem Kranz der Strahlen und der dunkelbraunen Scheibe einer einzelnen Blüte. In Wirklichkeit ist die Blume ein *Blütenkorb* (15.1), der von einer *Hülle* breiter, scharf zugespitzter, grüner Blätter umgeben ist, die vor dem Aufblühen die vielen Einzelblüten im Innern schützend einschließen. Die offene Blume ist dem Sonnenlicht zugekehrt. Ein Kranz von *Zungen-* oder *Strahlenblüten* umgibt die *Röhren-* oder *Scheibenblüten*. Die *Randblüten* bestehen aus einem Fruchtknoten und der breiten zungenförmigen Krone. Umsonst suchen wir darin Staubblätter und Griffel. Die Zungenblüten dienen einzig dazu, den Blütenstand weit-hin sichtbar zu machen und Insekten anzulocken. Es sind *Lockblüten*, aus denen nie Früchte entstehen werden. Sie bleiben so lange frisch, bis die letzten Röhrenblüten aufgeblüht sind.



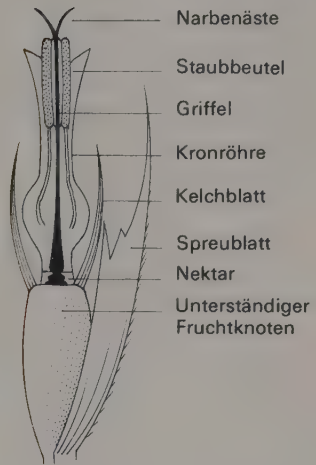
15.1

Querschnitt durch eine Sonnenblume



15.3
Sonnenblume

15.2
Schnitt durch eine Röhrenblüte



Blüte geschlossen
Die Staubbeutel haben
den Pollen nach innen
entleert



Der Griffel schiebt
den Pollen aus der
Staubbeutelröhre



Die Narbenäste sind
entfaltet und zur
Aufnahme des Blüten-
staubes bereit

15.4
Sonnenblume: Verschiedene Stadien der Röhrenblüten

Im Innern des Korbes stehen eng gedrängt röhrenförmige Blüten, die *Röhren-* oder *Scheibenblüten*, in Spirallinien angeordnet (15.2). Zu jeder Röhrenblüte gehört ein trockenhäutiges, dreizackiges Blättchen, das *Spreublatt*. Da die großen Hüllblätter außen den Schutz des gesamten Blütenstandes übernommen haben, ist ein schützender Kelch für die einzelne Röhrenblüte nicht nötig. Es finden sich denn auch nur zwei verkümmerte Kelchblättchen zu beiden Seiten der fünfzipfligen Krone. Diese steht auf dem unterständigen Fruchtknoten und ist knapp über dem Grund kugelig erweitert. Im Innern gehen von der Erweiterung fünf Staubfäden aus, deren Staubbeutel zu einer Röhre verbunden sind. Durch diese Röhre hindurch schiebt sich der wachsende Griffel, der sich oben in eine zweiästige Narbe teilt. Es ist nun interessant, daß sich die vielen Röhrenblüten nicht gleichzeitig öffnen. Beim Betrachten einer seit einigen Tagen geöffneten Sonnenblume fällt auf, daß bei den am Rande stehenden Blüten die herausragenden Narben entfaltet sind (15.3). Etwas weiter innen läßt sich ein schmaler Kreising von Blüten feststellen, aus denen ansehnliche Klümpchen gelben Blütenstaubes herausgeschoben worden sind. Alle weiter innen gelegenen Blüten sind noch geschlossen.

Um diesen eigenartigen Öffnungsmechanismus zu verstehen, müssen wir einzelne aufgeschnittene Blüten der drei Stadien mit einer Lupe genauer ansehen (15.4). Bei einer noch geschlossenen Blüte haben die Staubbeutel die Pollenkörner schon nach innen entleert. Der Griffel, dessen Narbenäste noch nicht ausgebreitet sind, reicht knapp an die Staubbeutelröhre heran. Etwas später wächst er durch die Staubbeutelröhre hindurch und schiebt dabei wie ein Kolben den Blütenstaub hinaus. Jetzt öffnet sich die bisher geschlossene Kronröhre. Der Griffel wächst weiter und schiebt das Blütenstaubklümpchen hinauf. Bienen, Hummeln und andere Insekten stellen sich ein und holen sich vom Blütenstaub, der so reichlich dargeboten wird.

Bald spreizen die Narbenäste auseinander. Insekten krabbeln auf der Scheibe umher und bringen dabei leicht Pollen stäubender Blüten auf Blüten mit entfaltenen Narbenästen. Dadurch wird vermieden, daß Blütenstaub einer Blüte auf die eigene Narbe gelangt.

Tag für Tag öffnen sich immer neue Röhrenblüten. Nach der Bestäubung verkürzen sich Staubblätter und Griffel und ziehen sich in die Kronröhre, die noch längere Zeit erhalten bleibt, zurück.

Aus den Fruchtknoten entwickeln sich ölhaltige Früchte, die Sonnenblumenkerne, von denen jeder einen Samen einschließt. Unter der Last der vielen reifenden Kerne neigt sich der schwere Fruchtboden. Zahlreiche körnerfressende Vögel picken sich die begehrten Kerne heraus. Eichhörnchen holen sich sogar kleinere Sonnenblumen und legen sich in einem Versteck einen Vorrat an.

In einigen Gegenden, besonders in Rußland und in den Balkanstaaten, werden die Sonnenblumen ihrer Kerne wegen angebaut. Man gewinnt daraus das wertvolle Speiseöl.

Die Korbblütler bilden die größte Familie der Blütenpflanzen. Man kennt auf der Erde über 20 000 Arten; in unsern Gegenden kommen rund 270 Arten vor. Wir stellen einige der bekannteren Arten dar, wobei wir drei Gruppen bilden, nämlich: Strahlenblütige, Röhrenblütige und Zungenblütige.



15.5
Huflattich (Zitrösel)



15.6
Wucherblume — Margrite



15.7
Gemeine Schafgarbe



15.8
Echte Kamille

Strahlenblütige

Die Körbchen enthalten zweierlei Blüten: taube *zungenförmige Randblüten* (Sonnenblumen-Typ) und fruchtende *röhrenförmige Scheibenblüten*. Der *Huflattich* (*Zitröseli*) (15.5) tritt auf tonigen Böden, an Wegen, auf Schuttplätzen, in Kiesgruben und auf Äckern auf, wo er schon zeitig im März blüht. Zur Blütezeit sind seine Blätter noch nicht entwickelt. Die Früchte werden dank ihres *Haarkehlchens* durch den *Wind* verbreitet. Blühende *Gänseblümchen* (Margritli) sind fast während des ganzen Jahres zu finden. Die Körbchen der *Wucherblume* (15.6) oder *Margrite* leuchten oft zu Tausenden aus den Wiesen. Durch sorgfältige Auslese und Zucht ist es gelungen, großblütige Gartenformen heranzuziehen.

Die *Gemeine Schafgarbe* (15.7) der Wegränder und Felder weist viele kleine weiße Blütenköpfe auf, die zusammen eine Doldenrispe bilden. Die Blüten der *Echten Kamille* (15.8) hat einen hohen, kegelförmigen Blütenboden. Die Pflanze findet in der Heilkunde vielfach Verwendung, da sie Entzündungen hemmt und krampflösend wirkt. Eine Zierde der Wiesen und Weiden des Gebirges ist die *Arnika* (15.9), deren orangefarbene Blüten schon von weitem auffallen. Zur Gruppe der Strahlenblütigen gehören ebenfalls die in der Einleitung dieses Kapitels erwähnten Zierpflanzen. Durch Züchtung ist es gelungen, bei *Dahlien* (15.10), *Chrysanthemen* und *Astern* gefüllte Blumen hervorzubringen. Zungenblüten treten hier mehr und mehr an die Stelle der Röhrenblüten. Diese Zungenblüten sind aber meistens taub, so daß sich die Pflanzen nicht mehr durch Samen vermehren können. Die Gärtner führen die Vermehrung durch Gewinnen von Knollen oder Schneiden von Stecklingen (9.2) durch.

Röhrenblütige

Die Körbchen enthalten nur *Röhrenblüten*, von denen die äußersten oft trichterförmig vergrößert sind.

Die *Acker-Kratzdistel* (15.11) tritt als Unkraut oft massenhaft auf Äckern auf. Sie hat stachelig gewimperte Blätter und bildet rot-lila farbene Blüten aus. Die *Kohl-Kratzdistel* (15.12) findet sich auf feuchten Wiesen, in Bächen und Gräben verbreitet. Ihre gelblichen Blütenköpfchen sind von großen eiförmigen Deckblättern umgeben. Die *Silberdistel* (15.13) magerer Weiden sonniger Berghänge lockt die Insekten mit einem Kranz silberweißer Hüllblätter an. Die verschiedenen *Flockenblumen*-Arten haben meistens vergrößerte, trichterförmige Randblüten, die aber taub sind und nur Lockblüten darstellen. An Wegen und auf Wiesen ist die *Skabiosen-Flockenblume* (15.14) häufig.

Die *Große Klette* (15.15) ist ein hoch geschossenes Unkraut auf Schuttplätzen. Ihre Hüllblätter enden in einer hakenförmig gekrümmten Spitze. Reife Körbchen bleiben im Fell vorbeistreifender Tiere hängen und werden so verbreitet. Die *Artischocke* (15.16) bildet große Blütenkörbe, deren Boden und Hüllblätter der Feinschmecker schätzt.

Das zierliche *Echte Katzenpfötchen* (15.17), das auf trockenen Rasen der Berge auftritt, trägt wenige kleine Köpfchen dicht gedrängt in einer Doldenrispe.

Das *Alpen-Edelweiß* (15.18), eine geschützte Pflanze, findet sich an sonnigen steinigen Hängen und an Kalkfelsen. Weißfilzige Hochblätter bilden einen Stern, in dessen Mitte fünf bis sechs Körbchen stehen, die nur Röhrenblüten enthalten.

Zungenblütige

Alle Blüten des Körbchens sind *zungenförmig*. Die Kronröhre der Einzelblüte ist der Länge nach aufgeschnitten und flach ausgebreitet.



15.9
Arnika



15. 10
Dahlie



15.11
Acker-Kratzdistel



15.12
Kohl-Kratzdistel

Die *Wegwarte* (15.19) der Weiden und Wege bildet große, blaue Körbchen aus, die nur vormittags geöffnet und abends schon verblüht sind. Berührt man die reizbaren Staubfäden, verkürzen sie sich, so daß durch den Griffel Pollen aus der Staubbeutelröhre herausgedrückt wird. Kultivierte Formen der *Wegwarte* sind der *Brüsseler-Salat* und die *Zichorienwurzel*, aus der man Kaffee-Ersatz gewinnt. *Gartensalat* und *Schwarz-wurzel* sind ebenfalls Kulturformen von zwei weiteren Gattungen dieser Familie.

Im Frühjahr blüht der *Löwenzahn* (*Pfaffenröhrlein* oder *Säublume*) so zahlreich, daß sich ganze Wiesen in einen goldgelben Teppich verwandeln. Der auf den Früchtchen sitzende Haarkelch, ein Fallschirmchen, ermöglicht die Verbreitung durch den *Wind*. Die Blüten können ohne Bestäubung und Befruchtung Früchte mit einem keimfähigen Samen bilden. Der stattliche *Wiesen-Bocksbart* (Habermark) (15.20) entwickelt nach dem Verblühen »große« Fallschirme' (15.21). Der *Wiesen-Pippau* (15.22) der sommerlichen Matten blüht mit vielen Köpfen auf. Die *Gänsedistel* (15.23) ist ein weit verbreitetes Unkraut.

Im Halbschatten der Laubwälder wächst der *Hasenlattich* (15.24) dessen wechselständige Blätter mit herzförmigem Grunde am hohen Stengel sitzen. Seine rotvioletten Blütenkörbchen sind von eigenartigem Reiz.

Merkmale der Korbblütler: Die Blüten sind in einem Körbchen vereinigt, das von einer Hülle umgeben ist. Die verwachsene Krone der Einzelblüte ist entweder röhren- oder zungenförmig. Die Staubbeutel sind miteinander zu einer Röhre verbunden, in die Blütenstaub entleert wird. Der sich streckende Griffel schiebt ihn hinaus. Der unterständige Fruchtknoten entwickelt sich zu einem einsamigen Nüßchen.

15.13

Silberdistel



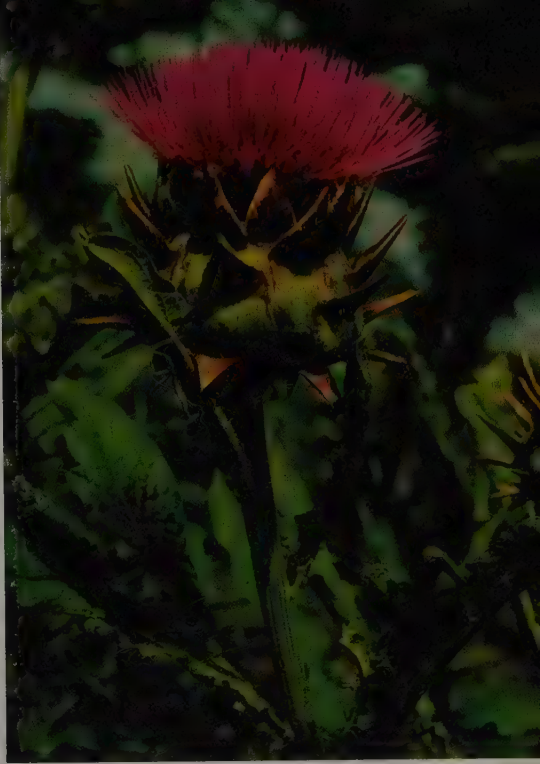
15.14

Skabiosen-Flockenblume





15.15
Große Klette



15.16
Artischocke

15.17
Echtes Katzenpfötchen



15.18
Alpen-Edelweiß



Hasel und Weiden

Hasel und Weiden sind Frühblüher. Wenn Matten und Felder noch naß und grau-braun, die Laubwälder kahl und licht sind, künden uns die blühenden Kätzchen den nahen Frühling an.

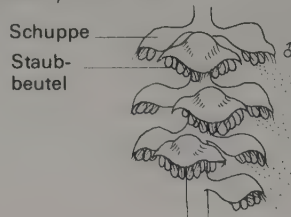
16. Die Hasel

Der Strauch wächst an Waldrändern und in Hecken. Im Winter sind seine Kätzchen kurz und steif und stehen nach allen Seiten ab. Sobald aber milderes Wetter eintritt, werden sie länger und beweglich (16.1). Streicht der Wind durch die kahlen Büsche, trägt er aus den offenen Kätzchen schwefelgelbe Blütenstaubwölklein davon. Beim genauern Betrachten sehen wir, daß die vielen Schuppen der Kätzchen auf der Unterseite je sechs bis zehn Staubbeutel tragen (16.2). Die Staubbeutel eines rund vier Zentimeter langen Kätzchens bilden etwa zwei Millionen Pollenkörner aus! Ein mittelgroßer Strauch bringt mit rund 300 Kätzchen leicht 600 Millionen Pollenkörner hervor!

Wo entstehen nun aber am Strauch die Haselnüsse, die wir im Herbst gerne sammeln möchten? Die stäubenden Kätzchen lassen uns vielfach die zierlichen weiblichen Blütenstände übersehen. An den kahlen Ästen sitzen grünliche Knospen, aus denen gebogene, karminrote Narben herausragen (16.3). Diese gehen von winzigen Fruchtknötchen aus, die im Innern zu zweien am Grunde der Knospenschuppen sitzen (16.4). Bei der Hasel finden sich Staubblätter und Stempel nicht in der gleichen Blüte, sondern in voneinandergetrennten Blütenständen, die *Staubblätter* in den *Kätzchen*, die *Stempel* in den *Stempelknospen*. Da *männliche* und *weibliche Blüten* getrennt, aber doch auf dem *gleichen Strauch* zu finden sind, sagt man, die Hasel sei eine *einhäusige Pflanze* mit eingeschlechtigen Blüten.



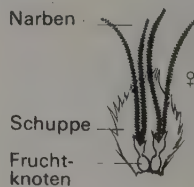
16.1
Hasel. Zweig mit männlichen Kätzchen und weiblichen Stempelknospen



16.2
Ausschnitt aus einem Haselkätzchen mit Schuppen und den dazu gehörigen Staubbeuteln



16.3
Stempelknospe der Hasel mit dem Narbenbüschel



16.4
Eine Schuppe der Stempelknospe mit zwei Stempeln



16.5
Haselnüsse



15.19
Wegwarte



15.20
Wiesen-Bocksbart (Habermack)

15.21
Fallschirmchen des Wiesen-Bocksbartes



15.22
Wiesen-Pippau



Für die Bestäubung ist der Haselstrauch ganz auf den *Wind* angewiesen. Wohl werden die Kätzchen von Bienen und Hummeln besucht, doch beachten sie die unscheinbaren Narben der weiblichen Stempelknospen nicht. Die vielen Kätzchen entlassen große Mengen trockenen Blütenstaubes, den der Wind oft über weite Strecken ziellos davonträgt. Durch Zufall geraten Pollenkörner auf die büschelig herausragenden Narben (*Windblütler*). Es wurde berechnet, daß pro Narbe rund 100 000 Pollenkörner zur Verfügung stehen. Angesichts dieser großen Zahl ist es wahrscheinlich, daß mindestens ein Pollenkorn auf jeder Narbe hängenbleibt. Nach der Bestäubung findet in den Fruchtknötchen die Befruchtung statt. Im Verlaufe des Sommers entwickeln sich aus den Fruchtknötchen die Haselnüsse (16.5).

Im Herbst holen sich Eichhörnchen, Eichelhäher und Spechte die reifen Früchte. Sie verzehren viele davon oder legen sich in Verstecken einen Vorrat an. Oft verlieren sie Nüsse oder vergessen ihre Vorräte. Auf diese Weise helfen die Tiere bei der Verbreitung der Früchte mit. An günstigen Standorten können im nächsten Frühjahr Keimlinge in den Nüssen die Schale durchbrechen, sich mit den Wurzeln in der Erde verankern und zu jungen Pflanzen heranwachsen.

15.23

Gänsedistel



15.24

Hasenlattich



17. Weiden

Die Salweide

Die Salweide blüht, bevor sie ihr Laub entfaltet hat. Sie wächst an Bachufern in lichten Wäldern und Gebüsch. An milden Tagen des Vorfrühlings suchen viele Bienen die blühenden Sträucher und Bäume auf und kehren beladen zum Stock zurück. Da herrscht ein emsiges Kommen und Gehen. Vereinzelt finden sich auch Hummeln und frühfliegende Schmetterlinge (Kleiner Fuchs und Zitronenfalter) ein. Die blühenden Kätzchen an den noch kahlen Zweigen sind von ganz eigenartigem Reiz.

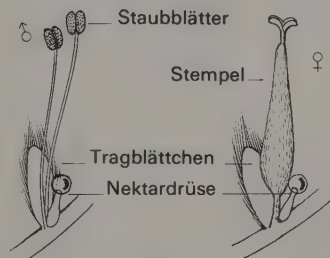
Nebeneinanderstehende Salweiden können verschieden gestaltete Blütenstände aufweisen. Aus den silbrig behaarten Kätzchen der einen schauen viele Staubblätter mit goldgelben, lockenden Staubbeuteln hervor. (17.1), in den Kätzchen der andern stehen grünliche Stempelchen dicht gedrängt (17.2). Im Gegensatz zur *Hasel* trifft man auf einer Weide entweder nur *männliche Kätzchen mit Staubblättern* oder *weibliche Kätzchen mit Stempelchen*. Man bezeichnet daher die *Weiden* als *zweihäusige Pflanzen*.

Es läßt sich nun leicht feststellen, daß die Bienen nicht nur die männlichen Weiden aufsuchen, auf denen sie reichlich Blütenstaub sammeln, sondern auch die weiblichen mit den weniger auffallenden Kätzchen, auf die sie Blütenstaub übertragen. Was lockt sie hier an? Um dies zu erfahren, müssen wir uns die verschieden gestalteten Kätzchen näher ansehen, wozu eine Lupe oder besser noch ein Binokular erforderlich ist. Vom Grund der silbrig behaarten Tragblättchen gehen entweder zwei Staubblätter (17.3) oder ein Stempelchen (17.4) aus. Zwischen den Stempelchen — oder den



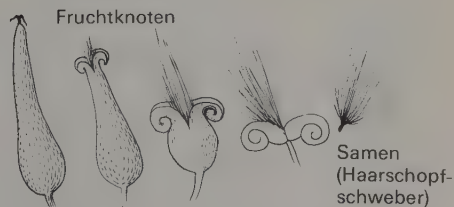
17.1
Männliches Weiden-
kätzchen mit Staubblättern

17.2
Weibliches Weiden-
kätzchen mit Stempeln



17.3
Männliche
Weidenblüte
ca. 5x

17.4
Weibliche
Weidenblüte
ca. 5x



17.5
Öffnen der Fruchtknoten und
Verbreitung der Samen

beiden Staubblättern — und dem Stiel des Kätzchens sitzt eine kleine grünliche Drüse, auf der ein glasklares Nektartröpfchen glitzert. Die vielen Tröpfchen der Drüsen eines Kätzchens glänzen durch die Seidenhaare wie Tautropfen. Durch den süßen Duft des Nektars angelockt, suchen die Bienen nicht nur die männlichen, sondern auch die weiblichen Kätzchen auf.

Blühende Weiden sind im Vorfrühling denn auch ein Paradies für Bienen. Während der langen Winterszeit sind die Völker kleiner und schwächer geworden, und ihre Vorräte sind stark zurückgegangen. Die Königinnen der einzelnen Völker schicken sich schon Mitte Februar an, Eier zu legen, vorerst nur wenige in einem Tag, später Hunderte, aus denen bald hungrige Larven schlüpfen, die von den Stockbienen fleißig gefüttert werden wollen. Da im Vorfrühling nur wenige Pflanzen wie *Schnee-* und *Märzenglöckchen*, *Schlüsselblumen*, *Frühlings-Krokus* und *Leberblümchen* blühen, können die Flugbienen auch nur wenig eintragen. Die blühenden Weiden mit ihren großen Pollenmengen und dem reichlich fließenden Nektar sind für die Entwicklung der jungen Bienen und damit der Völker sehr wichtig. So sehr es uns auch locken mag, von einem Ausflug mehrere große Weidenzweige mit den hübschen, pelzartigen Kätzchen als Frühlingsboten heimzutragen, sollten wir unbedingt davon absehen. Wir nehmen den Bienen einen Teil der Nahrung weg, deren sie dringend bedürfen. Ein einzelnes Zweiglein, das wir sorgfältig einstellen und an dem wir die Entfaltung der Kätzchen verfolgen können, mag uns ebenso erfreuen wie ein großer Strauß. Nach dem Verblühen fallen bei den männlichen Weiden die Kätzchen bald ab; die Stempelchen der weiblichen Kätzchen entwickeln sich nach vollzogener Bestäubung und Befruchtung zu kleinen Fruchtkapseln, die sich schon im Mai mit zwei Klappen öffnen. Sie umschließen zahlreiche Samen, die am Grunde seidenartige Haare besitzen (17.5). Sind die Kapseln geöffnet, spreizen die Haare auseinander, wodurch die einzelnen Samen emporgehoben werden. Der Wind erfaßt die *Haarschopfweber* und trägt sie zu Hunderten davon.

Eine Gegenüberstellung von *Hasel* und *Weide* soll die besondern Eigenheiten der *Bestäubung* und *Samenverbreitung* beider Frühblüher nochmals hervorheben:

	<i>Hasel</i>	<i>Weide</i>
<i>Bestäubung:</i>		
Männliche Blütenstände	hängende Kätzchen, leicht beweglich, ohne Nektar und ohne Duft	steif aufrecht stehende Kätzchen mit Nektardrüsen, duftend
	Pollenkörner glatt, trocken, in großen Mengen	Pollenkörner klebrig und feucht
Weibliche Blütenstände	Stempelknospen mit einem Schopf herausragender Narben	Kätzchen mit Stempeln, deren zwei Narbenklappen steif und kurz sind
	<i>Windblütler</i> , ungezielter Transport des Pollens durch den Wind	<i>Insektenblütler</i> , Transport des Pollens durch Insekten
<i>Frucht- und Samenverbreitung</i>	durch Tiere	durch den Wind

Verschiedene Weiden

Unter den *Weiden* gibt es verschiedene Arten, Riesen und Zwerge. *Silberweide* und *Aschgraue Weide* säumen häufig die Flüsse, deren Ufer sie verstärken. Weidenzweige verfügen über ein erstaunliches Wachstumsvermögen. Abgeschnitten und in den Boden gesteckt, bewurzeln sie sich und wachsen zu Sträuchern und Bäumen heran. Eindrücklich sind die Zwergweiden, die in den höhern Lagen der Voralpen und der Alpen verbreitet sind. *Netz-Weide* (17.6) und *Stumpflättrige Weide* (17.7) festigen als Spaliere mit ihrem reich verzweigten Wurzelwerk den Felsschutt und ermöglichen Kräutern und Gräsern sich festzusetzen.

Die *Kraut-Weide* (17.8), «der kleinste Baum der Erde», erträgt harte klimatische Bedingungen, gedeiht sie doch sogar in Schneetälchen, die nur während zwei bis drei Monaten im Jahr schneefrei sind und dauernd vom eiskalten Schneewasser durchtränkt werden. Es ist interessant zu sehen, daß auch bei dieser kleinen Art die Pflanzen getrenntgeschlechtlich sind, die männlichen mit Staubblättern, die weiblichen mit kleinen Stempeln.

17.6
Netz-Weide



17.7
Stumpflättrige Weide



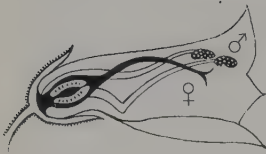
17.8
Kraut-Weide



Verteilung der Staubblätter und Stempel

Pflanzen mit zwittrigen Blüten

Die Blüten einer Pflanze enthalten Staubblätter *und* Stempel



17.9

Gelber Fingerhut

Schnitt durch eine Blüte

Pflanzen mit eingeschlechtigen Blüten

Einhäusige Pflanzen

Die Blüten enthalten entweder Staubblätter oder Stempel, stehen aber auf der *gleichen* Pflanze



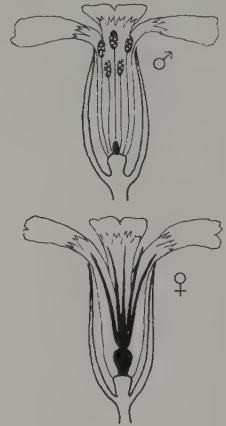
17.10

Walnußbaum

Blühender Zweig

Zweihäusige Pflanzen

Die *einzelnen* Pflanzen bilden in ihren Blüten entweder *nur* Staubblätter oder *nur* Stempel aus



17.11

Rote Waldnelke

Blüten einer männlichen und einer weiblichen Pflanze

Einige weitere Vertreter:

Kirschbaum, Linde, Ulme

Schlüsselblumengewächse, Kreuzblütler, Nachtschattengewächse und viele andere

Fast alle Gräser, Narzissen, Schwertlilien

Tanne, Fichte, Lärche, Föhre

Erle, Birke, Hainbuche, Buche, Eiche

Kürbis

Mais, viele Seggen, Aronstab

Eibe, Wacholder

Weide, Pappel, Stechpalme

Große Brennessel, Bingelkraut, Spinat, Hopfen

Spargel

Nadel- und Laubbäume

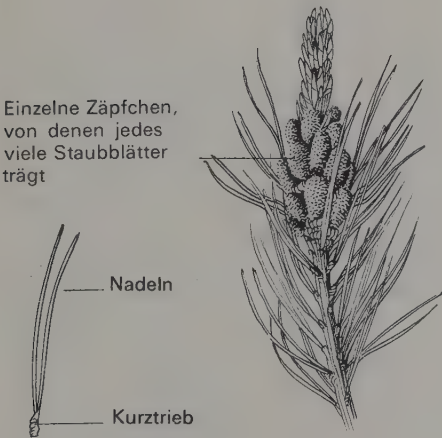
18. Unsere Nadelbäume

Die Föhre (Kiefer)

Die *Föhre*, die auch *Kiefer* oder *Dähle* heißt, überragt in den Wäldern oft alle andern Bäume. Ihr hoher, schlanker Stamm trägt eine schirmartig ausgebreitete Krone. Der obere Teil des Stammes leuchtet in der Sonne rotgelb; die dicke Borke am Grunde ist graubraun und in große Stücke gerissen. Da die *Föhre* sehr lichtbedürftig ist, findet man sie meistens an Waldrändern oder in Waldlichtungen. Eine tiefreichende Pfahlwurzel verankert den hohen Nadelbaum so fest im Boden, daß er wuchtigen Windstößen zu trotzen vermag. Mit seinem ausgedehnten Wurzelwerk kann er selbst aus magern Böden genügend Wasser mit Nährsalzen aufnehmen. Wo andere Bäume nicht mehr gedeihen, kommt der genügsame, anspruchslose Baum immer noch auf, so auf sandigen Böden, auf Sandsteinflühen des Mittelandes, auf Kiesbänken und auf Felsspornen des Juras und der Alpen.

Die *Berg-Föhre* ist in den Alpen oberhalb 1400 m und auch auf Hochmooren verbreitet. Da sie ausgewachsen kaum höher als zehn Meter wird, pflanzt man sie gerne in Gartenanlagen. An ihr lassen sich die Verhältnisse der Triebe und Blüten leicht feststellen.

Die *Föhrennadeln* sind schmal und derb; es sind die *Blätter* des Baumes. Je zwei Nadeln stehen paarweise an einem Kurztrieb (18.1). Im Frühjahr wachsen die Zweig- und Sproßenden zu Langtrieben aus, die im Mai wie Kerzen senkrecht an den Enden der Äste stehen und bräunliche Schuppen tragen. In den Achseln der Schuppen entstehen Kurztriebe mit je einem Nadelpaar, so daß diese neu gebildeten Zweige den übrigen des Baumes bald gleichsehen.



18.1
Kurztrieb mit zwei Nadeln



18.2
Berg-Föhre. Langtrieb mit männlichen Staubblüten

18.3
Pollenkörner der Bergföhre, 500x

Der *immergrüne Baum* wirft im Herbst die Nadeln nicht ab. Zwar bringt der Winter Gefahren. Der Boden gefriert, und das Bodenwasser kann von den Baumwurzeln nur noch aus den tiefer gelegenen Erdschichten aufgenommen werden. Da die Föhren schmale Nadeln mit kleiner Oberfläche besitzen, verdunsten sie verhältnismäßig wenig Wasser. Dies erweist sich im Winter, wo das Bodenwasser nur beschränkt zur Verfügung steht und die Föhren möglichst wenig Wasser verlieren sollten, als Vorteil. Der immergrüne Baum behält seine Nadeln nicht dauernd. Jedes Jahr stößt er einen Teil der ältern ab. Sie bilden am Boden die *Nadelstreu*, die von den Pilzen und Bakterien nur schwer zerlegt werden kann.

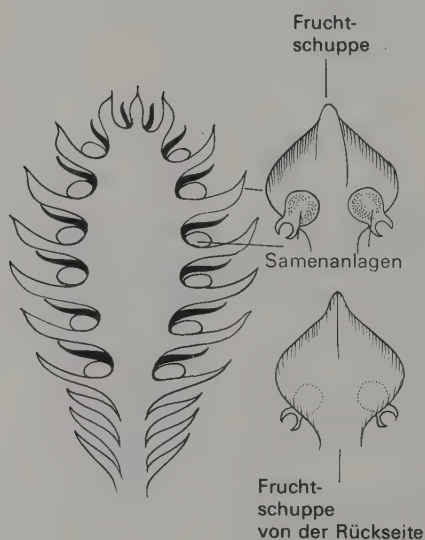
Föhren sind einhäusig; männliche und weibliche Blüten finden sich in getrennten Blütenständen auf dem gleichen Baum. Die Bäume blühen regelmäßig im Mai, wenn auch nicht immer gleich stark. Die männlichen gelben *Zäpfchen* stehen am Grunde der Langtriebe. An der Achse der Zäpfchen sitzen in einer Schraubenlinie viele Staubblätter aufgereiht, jedes mit zwei Pollensäcken auf der Unterseite (18.2). Sie entlassen große Mengen pulverigen, trockenen Blütenstaubes in die Luft. Zuweilen kann der Pollenregen so dicht sein, daß nach Regengüssen die Pfützen der Straßen gelbe Ränder aufweisen. Unter dem Mikroskop kann man sehen, wie jedes Pollenkorn zwei Luftsäcke besitzt, die das Absinken des Korns in der Luft verlangsamen und ermöglichen, daß es vom Wind über große Strecken getragen wird (18.3). Die rötlichen weiblichen *Zäpfchen* stehen in Spitzennähe der jungen Triebe (18.4). Die Zäpfchen setzen sich aus vielen fleischigen Fruchtschuppen zusammen, an deren Grunde sich zwei winzige freie Samenanlagen befinden (18.5). Der Wind weht die Pollenkörner zu den Zäpfchen, wo sie zwischen den Fruchtschuppen hinunterrieseln und zu den Samenanlagen geraten.

Zäpfchen mit
Fruchtschuppen



18.4

*Berg-Föhre. Zweig
mit weiblichen Zapfenblüten*



18.5

Schnitt durch ein Zäpfchen, ca. 5x



18.6
Berg-Föhre. Samenverbreitung



18.7
Wald-Föhre. Bei Regenwetter
sind die Zapfen geschlossen

Nach der Bestäubung schließen sich die rötlichen Fruchtschuppen des Zäpfchens und verkleben durch Harz. Im Verlaufe des Sommers wachsen die Zäpfchen nur noch wenig und biegen sich langsam nach unten. Erst im nächsten Frühjahr erfolgt, für uns unsichtbar, in den einzelnen Samenanlagen die Befruchtung. Im Verlaufe des zweiten Sommers wachsen die Zäpfchen zur vollen Größe aus, gleichzeitig verholzen die Fruchtschuppen. Im Herbst oder im darauffolgenden Frühling öffnen sich bei trockenem Wetter die Zapfen (18.6). Aus den einzelnen Schuppen fallen zwei geflügelte Samen heraus. Sie drehen sich propellerartig, und der Wind vermag sie einige hundert Meter weit zu verwehen. Bei Regenwetter schließen sich die Zapfen (18.7). An günstigen Standorten keimt der einzelne Same nach einer Ruhezeit aus und wird vielleicht im Verlaufe vieler Jahre zu einem stattlichen Nadelbaum.

Die *Föhre* gehört wie alle andern einheimischen Nadelbäume zu den *nacktsamigen Gewächsen*. Die Fruchtschuppen (Fruchtblätter) der Zapfen sind offen; die Pollenkörner können die *nackten Samenanlagen* direkt erreichen (18.8).

Bei den bisher betrachteten Blütenpflanzen fanden wir die Fruchtblätter zu Fruchtknoten verwachsen. Darin waren die Samenanlagen eingeschlossen. Die Pollenkörner hatten dazu nicht unmittelbar Zutritt, sondern mußten auf den Narben abgestreift werden (18.9). Alle Pflanzen mit derartigen Blüten gehören zu den *bedecktsamigen Gewächsen*.

Föhre



Bestäubung

Wiesen-Schaumkraut



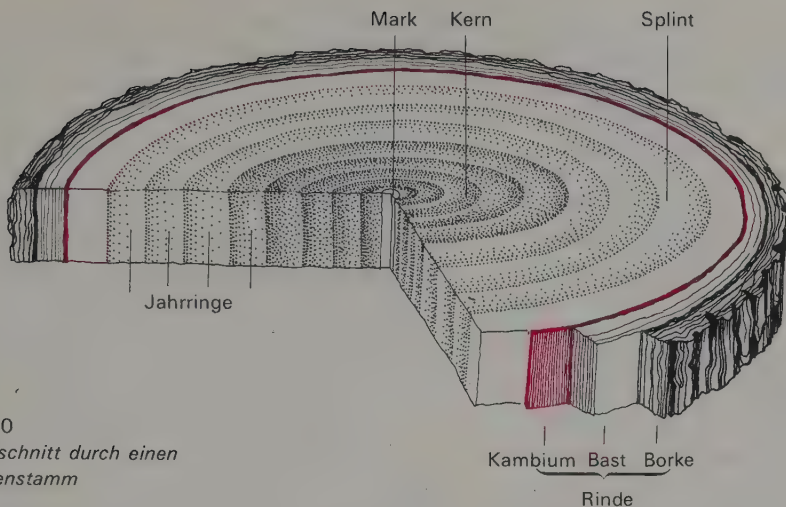
Vom Föhrenstamm

Wir wollen uns einen Föhrenstamm ansehen (18.10). Die *Rinde* hebt sich deutlich vom *Holz* ab. Dort, wo sich *Holz* und *Rinde* zu berühren scheinen, liegt ein zartes, dünnes Gewebe, das *Kambium* (Wachstumsring). Der äußere Teil der Rinde heißt *Borke*, der innere *Bast*. Die tote Borke ist bei alten Föhren besonders dick und durch Längsrisse gespalten. Da der Stamm vom Kambium aus in die Dicke wächst, wird der starre Borkenring von innen her gesprengt. Der Holzquerschnitt weist viele Ringe auf. Da sie je einem Jahreszuwachs entsprechen, nennt man sie *Jahrringe*; durch Zählen der Jahrringe kann man das Alter des Föhrenstammes genau bestimmen.

Föhren können mehrere hundert Jahre alt werden. Sie vermögen einige menschliche Generationen zu überleben; ja sogar ganze geschichtliche Epochen zu überdauern. In der Mitte des Stammes liegt das *Mark*. Der innere Teil des Holzes ist braun gefärbt und heißt *Kernholz*. Eingelagerte Gerbstoffe, die das Holz dauerhaft machen, verursachen die Färbung. Der äußere Teil des Holzes ist heller gefärbt und heißt *Splintholz*. Da *Föhrenholz* sehr beständig ist, wird es überall dort verwendet, wo Holz mit feuchter Luft in Berührung kommt: bei Fensterbänken, Haus- und Kellertüren.

Unsere Nadelbäume

Die *Weißtanne* (18.11) braucht guten Boden und bevorzugt die niederschlagsreiche Bergstufe des Juras, der Voralpen und Alpen. Der große Nadelbaum mit der glatten, grauen Rinde und der kräftigen Pfahlwurzel wird bis zu 60 m hoch. Die flachen Nadeln weisen auf der Unterseite zwei weiße Wachsstreifen auf und sind am Zweig

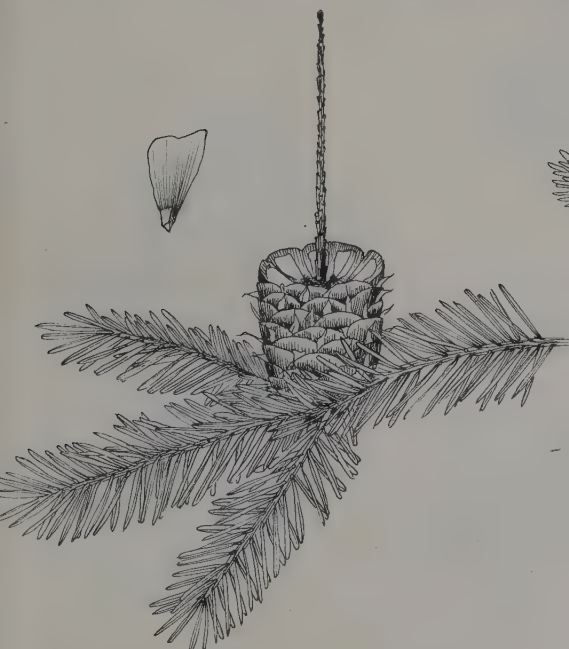


18.10
Querschnitt durch einen
Föhrenstamm

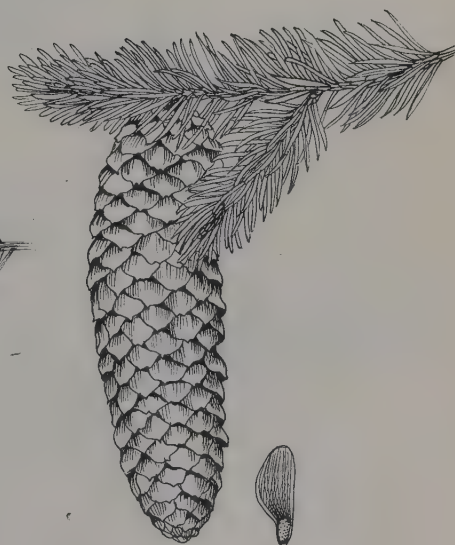
zweizeilig ausgerichtet. Die Zapfen stehen aufrecht hoch in der Krone. Zur Reifezeit fallen die Schuppen ab, nur die kahle Spindel bleibt stehen. Das Holz der *Weißtanne* findet vielseitige Verwendung.

Im Jahre 1947 wurde auf der Dürsrüti bei Langnau eine schöne, große *Weißtanne* gefällt. Ihre Höhe betrug 53 m, der Durchmesser in Brusthöhe 143 cm, die Holzmaße des Stammes 37 m³! Die *Tanne* war 320 Jahre alt.

Die *Rottanne* oder *Fichte* (18.12) ist anspruchsloser als die *Weißtanne*. Im Mittelland wird sie in den Wäldern häufig angepflanzt, heimisch ist sie aber in den Voralpen und



18.11
Weißtanne



18.12
Rottanne oder Fichte

Alpen, wo sie bis auf 2000 m Höhe gedeiht. Im Gegensatz zur *Weißtanne* sind ihre Wurzeln flach tellerförmig ausgebreitet. Das ist auch der Grund, warum die Fichte oft von Stürmen umgeworfen wird. Die Nadeln sind kantig, spitz, an den Zweigen nach allen Seiten hin abstehend. Die *Fichtenzapfen* hängen an den Zweigen und fallen als Ganzes ab. Das Fichtenholz stellt die wichtigste Holzart unseres Landes mit den vielseitigsten Verwendungsmöglichkeiten dar: Bauholz, Leitungsmasten, Böden, Möbel, Platten, Papier, Zellulose, Kunstseide und Zellwolle.

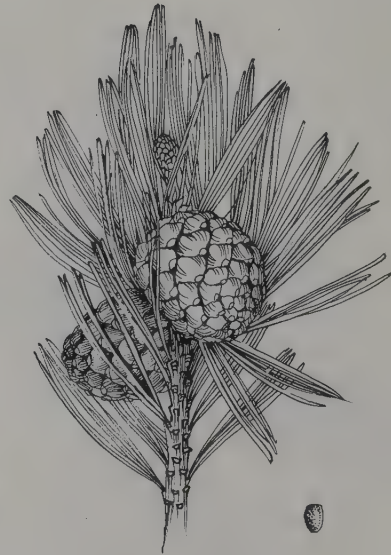
Die *Lärche* (18.13) ist der einzige Nadelbaum, der im Herbst alle Nadeln abwirft. Der *sommergrüne* Gebirgsbaum steigt in den Zentralalpen (Wallis, Tessin, Graubünden) bis auf 2400 m Höhe an und bildet die *Wald- und Baumgrenze*. Die zarten, weichen *Lärchennadeln*, die sich im Herbst goldgelb verfärben, stehen zu dreißig bis sechzig in Büscheln auf den Kurztrieben. Die Samen der Lärche sind schon nach einem Jahr reif und fallen aus den Zapfenschuppen. Die Zapfen selber bleiben mehrere Jahre an den Zweigen. Das schöne *Lärchenholz* ist zum Auskleiden von Wohnzimmern und für den Bau von Möbeln sehr geschätzt.

Die *Arve* (18.14) ist ein Gebirgsbaum des Urgesteins, der im Gebiet der Lärche bis zur Waldgrenze vorkommt. Auf windgepeitschten Gräten stehen die *Arven* der Kampfzone, knorrige, oft wild zerzauste Formen, die den harten Stürmen trotzen.

Anders als bei der Kiefer sind bei der Arve immer fünf steife, derbe Nadeln in einem Büschel. Die eiförmigen *Arvenzapfen* sind bläulich, ihre eßbaren Samen, die Zirbelnüsse, werden von Eichhörnchen und Hähern verbreitet. *Arvenholz* wird für Stubentäfer und zum Bau von Möbeln verwendet. Sechs- bis achthundertjährige Lärchen und Arven sind im Wallis und Graubünden keine Seltenheit!



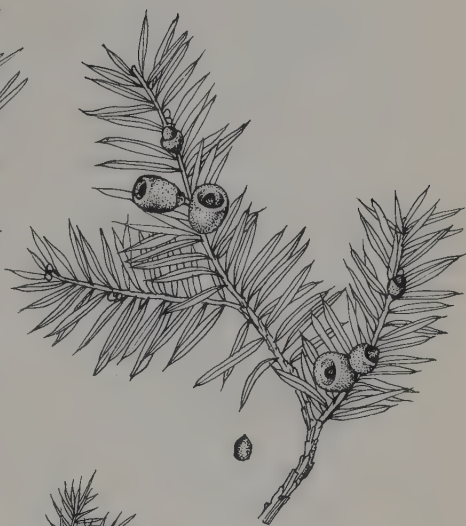
18.13
Lärche



18.14
Arve



18.15
Weymouthskiefer



18.16
Eibe (Taxus)



18.17
Wacholder

Die *Weymouthskiefer* (18.15) ist ein raschwüchsiger Wald- und Parkbaum, der aus Nordamerika eingeführt worden ist. Ihre langen biegsamen Nadeln stehen zu fünf auf einem Kurztrieb. Die bis zu 15 cm langen Zapfen sind stark harzig.

Die *Eibe (Taxus)* (18.16) wird häufig in Parkanlagen und Gärten angepflanzt. Da sie wie der *Buchs* den Schnitt gut verträgt, findet sie auch als Heckenbaum Verwendung. Wild gedeiht sie als Unterholz schattiger Buchenwälder. Ihre oberseits dunkelgrünen Nadeln sind weich, kurz stachelspitzig und bilden an den Zweigen wie bei der Weißtanne zwei Reihen. Jeder Same ist von einem eßbaren, fleischig roten Samenmantel umgeben. Alle übrigen Teile des Baumes sind leicht giftig.

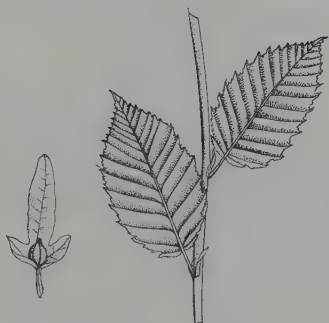
Der *Wacholder* (18.17) gedeiht auf Weiden, in lichten Wäldern und auf sonnigen Felsen. Der *Zwerg-Wacholder* bildet im Gebirge breit niederliegende Sträucher. Fassen wir die Zweige an, stechen uns die scharfen, spitzigen Nadeln, die zu dreien in Quirlen an den Zweigen stehen. Nach dem Blühen bilden die weiblichen Bäumchen — der *Wacholder* ist wie die *Eibe* zweihäusig — im zweiten Jahr beerenartige, schwarze Früchte, die zum Würzen verwendet werden.

19. Laubbäume unserer Wälder



19.1

Buche = Rotbuche



19.2

Hainbuche = Weißbuche = Hagebuche

Merkmale der Bäume — Standorte

Buchenwälder bedecken weite Gebiete des Juras. Im Mittelland und in den Vor-alpen sind Buchen ebenfalls verbreitet. Die Buche bevorzugt Lagen mit viel Luftfeuchtigkeit. Sie bildet kleine Sonnenblätter und große, zarte Schattenblätter aus. Das im Herbst fallende Buchenlaub wird von Pilzen und Bakterien zersetzt, wodurch der Waldboden meistens verbessert wird.

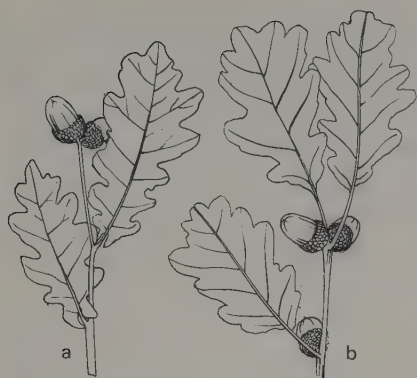
Im Waldesinnern sind die glatten Stämme der Buchen säulenartig schlank; freistehende Buchen dagegen sind auch unten beastet. Buchenholz ist ziemlich hell, zäh und ergibt ein gutes Brennholz.

In den stacheligen Fruchtschalen werden dreikantige, braunglänzende Nüßchen (Bucheckern) ausgebildet, die ölhaltig sind.

Die Hainbuche hat ebenfalls eine glatte, silbergraue Rinde wie die Buche, doch ist ihr Stamm kürzer, stumpfkantig und oft krumm. Da die Hainbuche leicht Stockausschläge treibt, eignet sie sich zum Anpflanzen von Hecken.

Die Nüßchen weisen eine dreilappige Hülle auf, mit deren Hilfe sie der Wind leicht verbreitet.

Das weiße Holz ist sehr hart und wird zur Verfertigung von Hammer- und Axtstielen verwendet.



Blattstiel höchstens 1 cm lang, Eicheln langgestielt Blattstiel 1-3 cm lang, Eicheln kurzgestielt

19.3

Eichen

a *Sommer-Eiche* = *Stiel-Eiche*

b *Winter-Eiche* = *Stein-Eiche*



19.4

Berg-Ahorn



19.5

Spitz-Ahorn

Freistehende Eichen entwickeln ein prachtvolles, weit ausladendes, knorriges Astwerk. Der Baum gilt als Sinnbild der Kraft. Früher schmückten Kränze von Eichenlaub die Sieger von Wettkämpfen.

Eichen werden oft mehrere hundert Jahre alt. Sie bevorzugen eher trockene Standorte. Die Rinde ist reich an Gerbstoffen und liefert Gerberlohe. Eingelegte Tierhäute werden darin zu Leder gegerbt. Das schwere Eichenholz ist sehr dauerhaft und verwest nur langsam. Herstellung von Fensterbänken, Haustüren, Treppen, Pfählen, Fässern und Eisenbahnschwellen. Reine Eichenwälder sind in unserem Lande selten.

Im Mittelland findet man den Berg-Ahorn vereinzelt in Mischwäldern und an Flußufern. In den Bergwäldern des Juras und der Alpen ist er häufiger. Freistehend entwickelt er sich auf Weiden oft zu einem mächtigen, weitausladenden Baum mit wuchtigem Stamm. Seine herabhängenden Blüten erscheinen nach den Blättern. Die Blattlappen sind am Rande gesägt, die Buchten zwischen den Lappen spitz und die Rippen vorstehend. Die Borke blättert vom Stamm ab.

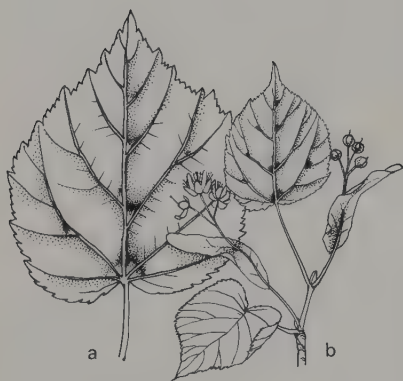
Der Ahorn liefert das hellste Holz aller einheimischen Bäume. Schreiner und Drechsler bearbeiten es gerne.

Spitz-Ahorn-Bäume werden häufig in Alleen gepflanzt, daneben findet man sie auch in Mischwäldern. Ihre grüngelben Blüten erscheinen knapp vor den Blättern. Die Blattlappen sind zu langen Spitzen ausgezogen, die Buchten zwischen den Lappen gerundet. Die längsrissige Borke blättert nicht ab.



19.6
Feld-Ahorn

Der Feld-Ahorn findet sich an sonnigen Waldrändern und auch in lichten Laubmischwäldern als kleiner Baum oder Strauch. Seine Blätter mit den stumpfen Lappen sind erheblich kleiner als die der beiden verwandten Arten.



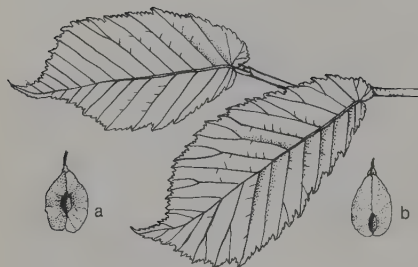
19.7
Linden:
a *Sommer-Linde*
b *Winter-Linde*

Auf Dorfplätzen, bei Häusern und auf Anhöhen stehen oft einzelne prächtige Linden, die mehrere hundert Jahre alt sind. In Liedern, Gedichten, Sagen und Erzählungen wird von Linden berichtet.

Meistens handelt es sich um die Sommer-Linde, die eigentlich in den Berg- und Schluchtwäldern beheimatet ist. Ihre großen Blätter weisen auf der Unterseite in den Winkeln der Blattnerven weiße Bärtchen auf. Die Winter-Linde hat kleinere Blätter und bräunliche Bärtchen.

Lindenblüten duften fein; sie locken viele Bienen an und bilden für sie eine reiche Nahrungsquelle.

Da das Lindenholz weich ist, eignet es sich ausgezeichnet zum Schnitzen und auch zur Herstellung von Reißbrettern.



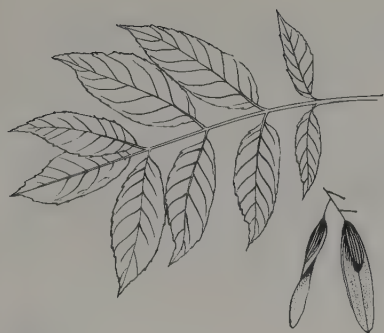
19.8
a *Berg-Ulme* (Blatt + Frucht)
b *Feld-Ulme* (Frucht)

Ulmen sind Waldbäume, doch werden sie auch in Parkanlagen und Alleen angepflanzt. Das Ulmenblatt erkennt man an der ungleichseitigen Form, am doppelt gezähnten Blattrand und der stark behaarten, rauen Oberfläche. Ulmen blühen schon im März vor der Belaubung.

Die geflügelten, schnell reifenden Früchtchen werden im Mai vom Wind massenhaft verweht.

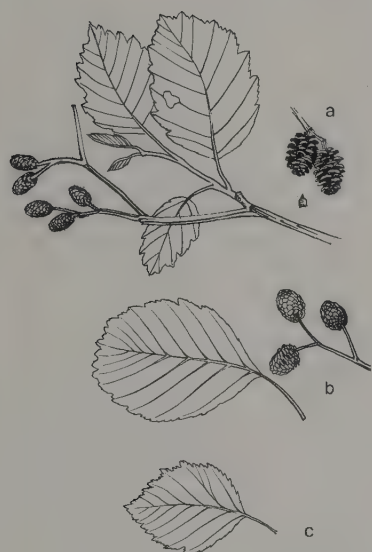
Ulmenholz wird zum Bau von Möbeln bevorzugt.

Bei der Feld-Ulme ist das Blatt lang gestielt, und der Same liegt unmittelbar unter der Ausrandung der Frucht.



19.9
Esche

Eschen brauchen viel Bodenfeuchtigkeit. Sie wachsen an Ufern der Bäche, in Auenwäldern und in feuchten Laubwäldern. Wenn im Frühjahr die andern Bäume ihr Laub schon getrieben haben, stehen die hohen, glattstämmigen Eschen immer noch kahl da. Hoch in den Kronen flattern die Büschel der braunen, geflügelten Früchtchen im Wind. Da Eschenholz langfaserig, zäh und elastisch ist, findet es vielseitige Verwendung.



19.10
Erlen
a *Grauerle*
b *Schwarzerle*
c *Grün- oder Alpenerle*

Wie die Eschen, lieben auch die Erlen viel Feuchtigkeit. Grauerlen säumen die Ufer der Flüsse und Bäche. Ihre Stämme sind meistens krumm, die Rinde glatt und grau. Purpurrote Kätzchen lassen schon im März den Blütenstaub in Wölkchen entweichen. Die winzigen Früchtchen entstehen in den kleinen verholzten Zapfchen. Die Schwarzerle wächst in Auwäldchen und am Rande von Mooren. Ihre Rinde ist dunkelgrau. Die Blätter sind vorne ausge randet.

Die Grün- oder Alpenerle weist lebhaft grüne Blätter auf. Sie bildet an der Waldgrenze, an Lawinenzügen und Ufern von Wildbächen oft größere Bestände.

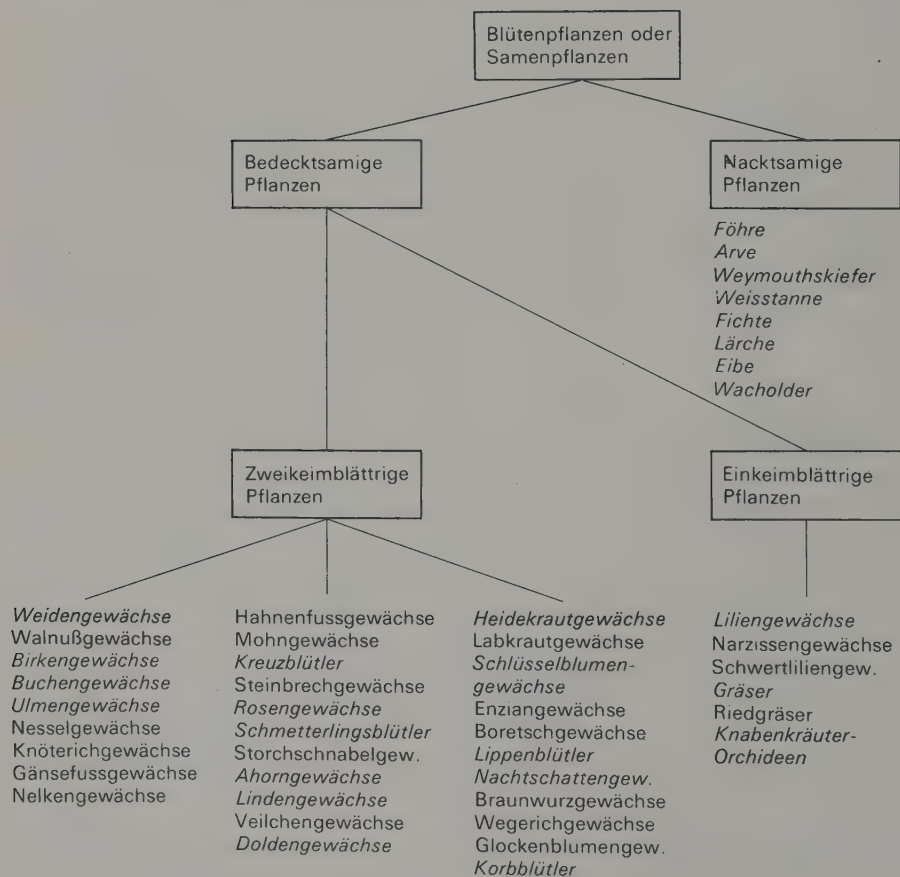


19.11

Zitter-Pappel = Espe

Übersicht über die Blütenpflanzen

Vergleiche auch die Tabelle 27.1. Die im Buch dargestellten Familien und Bäume sind hervorgehoben. Es sind nur die wichtigsten Familien angeführt.



Frucht- und Samenverbreitung — Keimung und Entwicklung

20. Verbreitung von Früchten und Samen

Pflanzen können sich im Gegensatz zu den Tieren nicht fortbewegen. Zur Verbreitung der Früchte und Samen erweist sich das Angewurzeltsein als Nachteil. Wenn auch vereinzelte Pflanzen durch besondere Einrichtungen ihre Früchte und Samen *selber fortschleudern* oder *ablegen* können, sind doch die meisten zur Verbreitung ganz auf die Hilfe der *Tiere*, des *Windes* und des *Wassers* angewiesen. Sie bieten die Früchte und Samen zu einer für die Verbreitung möglichst günstigen Zeit wirkungsvoll dar. Der Bau der Früchte und Samen, die Mannigfaltigkeit ihrer Gestalt entsprechen häufig recht augenfällig der jeweiligen Verbreitungsweise.

Auf einem Ausflug im Monat September können wir uns mit den verschiedenen Verbreitungsarten am besten vertraut machen. Zu dieser Jahreszeit bieten die meisten Arten ihre Früchte und Samen dar. Der Weg führt uns vorerst einem Waldrand oder einer Hecke entlang, dann ins Waldesinnere zu einer Waldlichtung oder Schlagfläche. Nachdem wir den Wald verlassen haben, sehen wir uns ein ungepflügtes Stoppelfeld, einen Kartoffelacker oder ein Stück Gartenland und wenn möglich noch eine alte Mauer an.

Am *Waldrand* fallen uns die farbigen Früchte der verschiedenen Sträucher auf. *Liguster* (20.1) und *Roter Hartriegel* (20.2) locken mit schwarzen Früchten, *Gemeiner Schneeball* (20.3), *Pfaffenhütchen* (20.4), *Wolliger Schneeball* (20.5), *Ein- und Zweigriffliger Weißdorn* (20.6), *Heckenrose* (20.7), *Rote Heckenkirsche* (20.8; 20.9) und *Berberitze* (20.10) mit roten, die *Brombeere* mit blauschwarzen. In den Sträuchern des Waldrandes und der Hecken hausen viele Vögel. Es ist ihr Wohnraum. Hier nisten sie im Frühjahr oder Sommer. Im Herbst vermögen sie sich längere Zeit mit den Früchten zu ernähren, die ihnen die Sträucher bieten. Sie verzehren deren saftiges Fruchtfleisch mit den Samen. Die scharfen Verdauungssäfte ihres Darmes vermögen wohl das Fruchtfleisch zu zersetzen, nicht aber die Samen anzugreifen. Diese werden mit dem Kot unverseht ausgeschieden und keimen sogar besser als unbehandelte. Die verschiedenen Sträucher verbreiten ihre Früchte mit Hilfe der *Vögel (Darmwanderer)*. *Kletten-Labkraut*, *Gemeine Borstendolde* (20.11) und *Gemeine Nelkenwurz* (6.11), Kräuter des Waldsauces, bieten *Häkelfrüchte* an, die an vorbeistreichenden Tieren hängenbleiben. Es fällt auf, daß sie in bestimmter Höhe dargeboten werden, so daß Hasen, Füchse, Dachse und Rehe sie leicht verbreiten können.

Dringen wird jetzt aber in den Wald ein. *Gemeines Hexenkraut* (20.12) und *Waldmeister* (20.13) zeigen uns nochmals schöne Häkelfrüchte. Der *Aronstab* lockt mit seinen leuchtend roten Fruchtkolben die Tiere an. Die blau bereiften, giftigen Beeren des *Salomonssiegels* (3.10) und der *Vierblättrigen Einbeere* (3.13) verführen ebenfalls zum Verzehren. Alle drei zählen zu den *Darmwanderern*. Den sie vertilgenden Tieren schaden sie nicht.

Bei vielen andern Waldpflanzen holen sich Ameisen Früchte und Samen, weil diese ein öl- oder eiweißartiges Anhängsel aufweisen, das sie verzehren. *Gefleckte Taubnessel* (Waldsaum!) (7.1), *Goldnessel* (7.6), *Wald-Veilchen*, *Lungenkraut*, *Bären-*



20.1
Liguster



20.2
Roter Hartriegel



20.3
Gemeiner Schneeball



20.4
Pfaffenhütchen



20.5
Wolliger Schneeball



20.6
Zweigriffliger Weißdorn



20.7
*Heckenrose
(Hagebutten)*



20.8
Rote Heckenkirsche

20.9
Rote Heckenkirsche (Detailaufnahme)



20.10
Berberitze



Lauch (3.14) gehören zu diesen «*Ameisenpflanzen*». Allerdings fällt ihre Hauptverbreitungszeit in die Monate Mai und Juni; im Herbst finden wir nur noch ausnahmsweise Früchte und Samen. Bei *Finger-* und *Wald-Segge* (20.14) legen sich die reifen Fruchtstengel auf den Boden. Ameisen holen sich die Früchte des ölhaltigen Körperchens wegen und verschleppen sie. Beim *Scharbockskraut* (9.1), dem *Leberblümchen* und der *Behaarten Hainsimse* läßt sich die gleiche Beobachtung machen.

Eicheln, Buchnüsse, Hasel- und Baumnüsse fallen zur Erde. Hier werden sie von Vögeln und kleinen Nagern aufgenommen, verzehrt oder in Verstecken aufgehoben. Oft lassen die Tierchen auf der Flucht die Früchte fallen, so daß diese durch Zufall der Vernichtung entgehen.

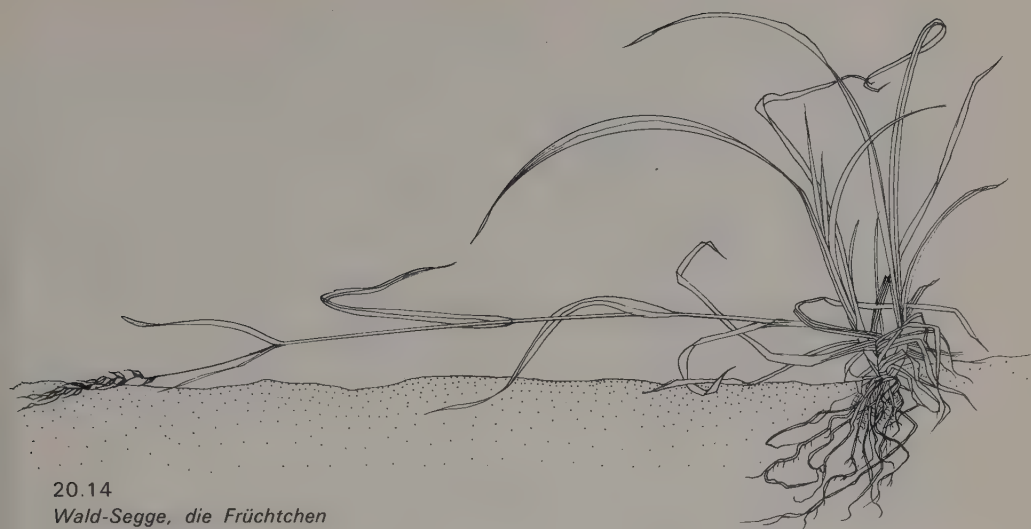
An feuchten Waldstellen stehen Gruppen des *Wald-Springkrautes*, häufig ist auch das *Kleinblütige Springkraut* verbreitet. Die Wände der fünffächerigen Frucht stehen unter großer Spannung. Berührt man die reifen Früchte, lösen sich die fünf Fruchtblätter, rollen sich blitzschnell ein und schleudern die Samen fort (20.15). Einen ähnlichen Schleudermechanismus sehen wir auch beim *Ruprechtskraut*, einem *Storchenschnabel* (20.16), dem wir in Laubwäldern häufig begegnen.



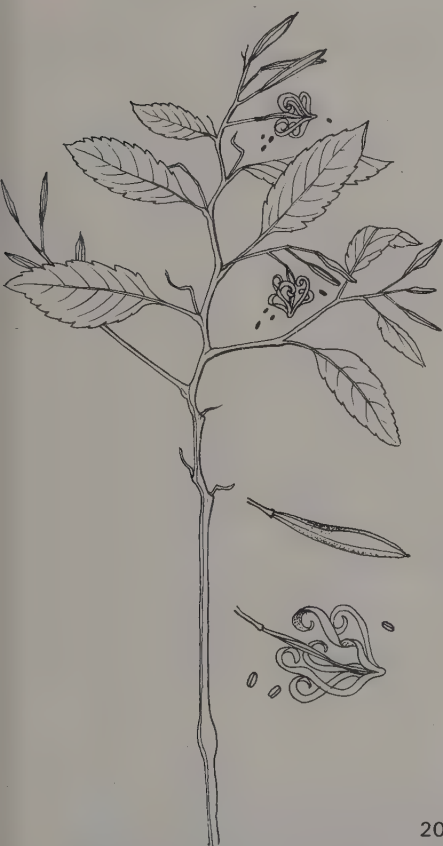
20.11
Gemeine Borstendolde
mit Häkelfrüchtchen

20.12
Gemeines Hexenkraut
(Häkelfrüchtchen)

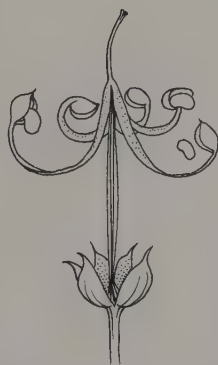
20.13
Waldmeister (Häkelfrüchtchen)



20.14
Wald-Segge, die Früchtchen
am Boden darbietend



20.15
Frucht des Wald-Springkrautes
vor und nach dem Aufspringen



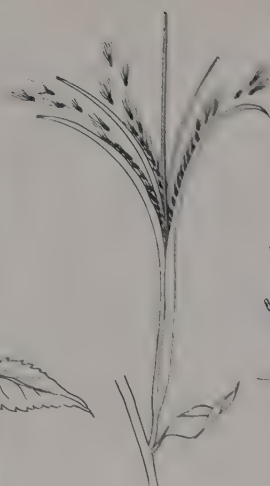
20.16
Aufspringende Frucht
eines Storchenschnabels,
die Samen fortzuschleudernd



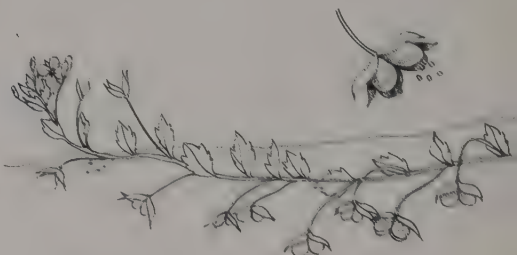
20.17
Kapseln der Knotigen
Braunwurz, die
Samen austreuend



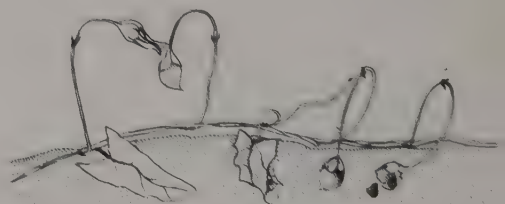
20.18
Kapsel der Nessel-Glockenblume,
die Samen ausstreudend



20.19
Schmalblättriges Weidenröschen.
Die sich öffnende Kapsel entläßt
die Haarschopfschweber



20.20
Persicher Ehrenpreis, seine
Früchtchen ablegend



20.21
Acker-Winde

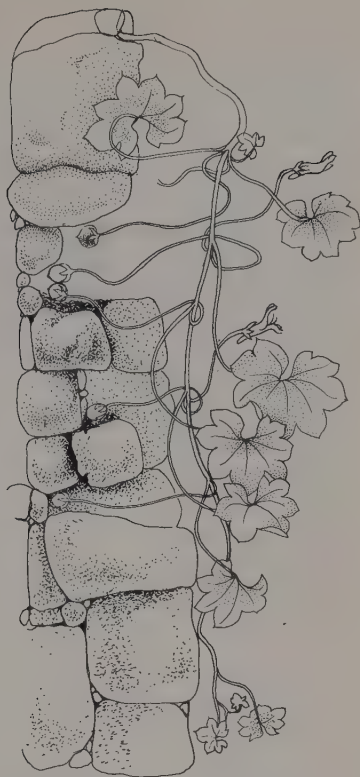
Bei der *Zaun-Wicke* (12.7) und der *Frühlings-Platterbse* (12.16) springen die reifen Hülsen mit zwei Klappen auf und schleudern die Samen fort. Im September finden wir aber meistens nur noch die leeren Hülsen. Die Pflanzen dieser Gruppe verbreiten ihre Samen selber.

Auf einer Waldlichtung oder einer Schlagfläche treffen wir die reifen Fruchtstände des *Wollkrautes* (*Königskerze*), der *Knotigen Braunwurz* (20.17), des *Johanniskrautes* und vielleicht auch der *Nessel-Glockenblume* (20.18) an. Sie tragen auf steifen hohen Stengeln vielsamige Kapseln. Bewegt der Wind die federnden Stengel, werden die Samen dieser *Windstreuer* aus den Kapseln geworfen.

Auf der Lichtung stoßen wir auch auf Gruppen des *Schmalblättrigen Weidenröschens* (20.19). Seine länglichen, schmalen Kapseln springen mit vier Klappen auf. Jedes Früchtchen hat einen *Haarschopf*, der wie ein Fallschirmchen wirkt. Der Wind trägt diese *Haarschopfschweber* weit davon. Beim *Hasen-Lattich* (15.24) besitzen die Früchtchen wie bei vielen andern Korbblütlern einen *Haarkelch*. Bei trockenem Wetter spreizen dessen Haare, der Wind erfaßt die mit dem Fallschirmchen versehene Frucht und verweht sie.



20.22
Acker-Gauchheil



20.23
*Mauer-Leinkraut; es legt seine
Früchtchen in die Mauerritzen ab*

An feuchten Waldstellen steht die *Wilde Brustwurz* (14.7). Sie trägt auf ihren großen Dolden breit geflügelte Spaltfrüchtchen. Diese *Scheibenflieger* bieten dem Wind eine breite Angriffsfläche dar und werden dadurch leicht verbreitet. Das gleiche läßt sich auch beim *Bärenklau* feststellen.

Bei *Linde*, *Ahorn*, *Ulme*, *Esche* und *Hagebuche* (Kapitel 19) sind die Früchtchen mit Flügeln versehen (Flügelflieger), die den Fall verlangsamen und bewirken, daß die Frucht durch den Wind über beträchtliche Strecken verbreitet wird. Die Samen der *Weißtanne*, *Fichte* und *Föhre* sind ebenfalls mit Flügeln versehen (Kapitel 18).

Verlassen wir nun den Wald. Auf dem Rückweg suchen wir auf einem ungepflügten Stoppelfeld, einem Kartoffelacker oder einem Stück Gartenland den niederliegenden *Persischen Ehrenpreis* (20.20), die *Acker-Winde* (20.21) und den *Acker-Gauchheil* (20.22), die ihre Fruchtstiele umbiegen und die Früchtchen in Vertiefungen der Erdoberfläche ablegen.

Kommen wir noch an einer alten Mauer vorbei, werden wir nicht verfehlen, nach dem *Mauer-Leinkraut* (20.23) zu sehen. Die lilafarbenen Blüten des zarten Pflänzchens wachsen von der Mauer weg, die Fruchtstiele dagegen krümmen sich gegen die Mauer und legen die Früchtchen in die Mauerritzen ab.

Zusammenfassung: Zur Verbreitung der Früchte und Samen sind die Pflanzen auf die Tiere, den Wind und das Wasser (Wasserpflanzen!) angewiesen. Einige Pflanzen verbreiten ihre Früchte und Samen durch einen Schleudermechanismus oder durch Ablegen selber.

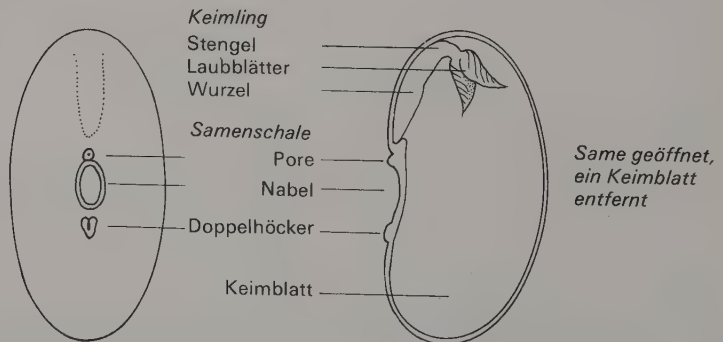
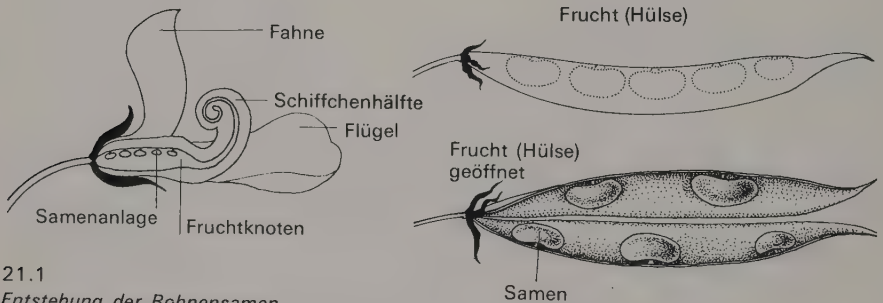
21. Keimung und Entwicklung

Samenruhe

Die meisten Samen keimen nach der Verbreitung nicht sofort, sondern machen eine *Ruhezeit* durch. Sie sind durch die derbe Samenschale gegen Verletzungen und gegen das Austrocknen gut geschützt. Da sie außerdem sehr wasserarm sind, vermögen sie die Kälte gut zu ertragen. Man sagt, die Samen seien *scheintot*. Die trockenen Samen leben, nur bemerken wir von ihren innern Lebensvorgängen nichts. Für die Pflanzen ist die *Samenruhe* von großem Vorteil. Würden die Samen nach ihrer Verbreitung im Herbst sofort keimen, fielen die Entwicklung der jungen Pflanzen in die ungünstige Winterszeit, und viele würden erfrieren. Dadurch wäre das Fortbestehen der Arten gefährdet. Geschützt überdauern die in den Samen eingeschlossenen *Keimlinge* den kalten Winter und erwachen im Frühjahr zu neuem Leben.

Bau des Samens

Wir sehen uns mit der Lupe Bohnensamen an. Sie stammen aus den *Hülsen* der Bohnenpflanzen. Die Hülsen entstanden aus den *Fruchtknoten* der Blüten, die Samen aus den darin eingeschlossenen *Samenanlagen* (21.1).



Die einzelne Bohne ist von der zähen, derben *Samenschale* umschlossen (21.2). Der *Nabel* ist die Abbruchstelle des Samens. Unter der Samenschale zeichnet sich durch eine leichte Anschwellung die Wurzel des Keimlings ab.

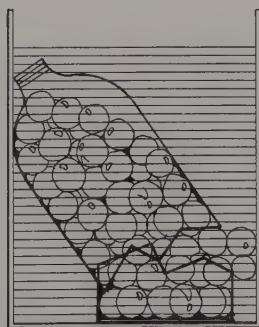
An Samen, die wir tags zuvor in Wasser eingelegt haben, läßt sich die Samenschale mit einer Nadel leicht entfernen. Vorsichtig heben wir die eine Samenhälfte ab. Jetzt sehen wir den bleichen, kleinen Keimling mit der Wurzel, dem kurzen Stengelchen und den beiden ersten Laubblättchen, an denen sich sogar schon die feinen Äderchen abzeichnen. Die beiden Samenhälften sind durch kurze Stielchen mit dem Stengelchen des Keimlings verbunden, gehören also als *Blätter* ebenfalls zu ihm. Man bezeichnet sie als *Keimblätter*. Sie sind dick, fleischig, angefüllt mit Nährstoffen für die junge Bohnenpflanze und sehen den Laubblättern gar nicht ähnlich. In der Samenschale drin findet sich also ein schon *recht weit entwickeltes Pflänzchen*. Es ist aus der *befruchteten Eizelle* einer Samenanlage entstanden (vergleiche den Abschnitt «Befruchtung» S. 68—69) und hat schon eine beachtliche Wegstrecke seines Lebens hinter sich. Die Samenruhe hat seine Weiterentwicklung für längere Zeit unterbrochen.

Quellung

Wir wägen zweimal je 100 g Bohnen ab. Das eine Häufchen legen wir über Nacht in Wasser ein, das andere heben wir auf. Am nächsten Tag stellen wir die durchschnittliche Länge und das Gewicht der Bohnen beider Häufchen fest.

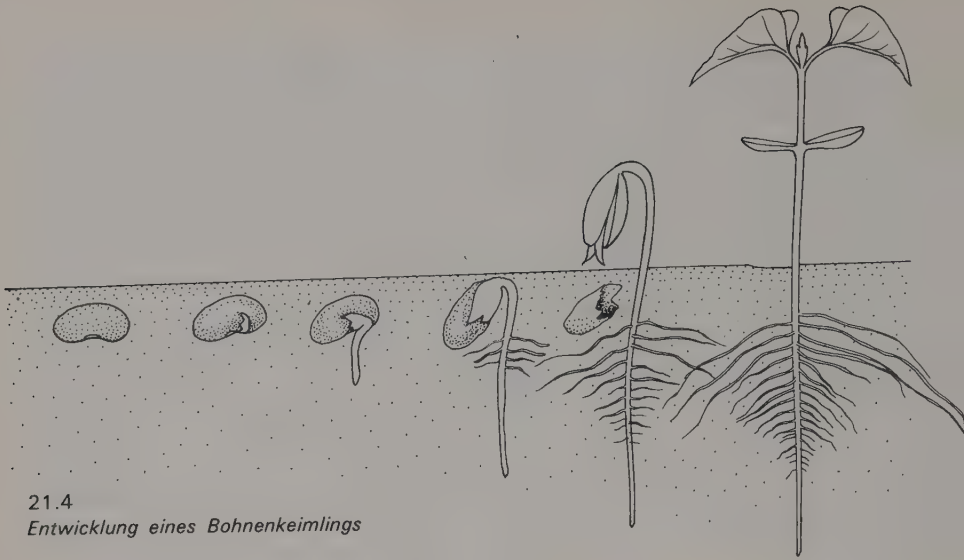
Die eingelegten Bohnen haben viel Wasser aufgenommen und sind dadurch stark gequollen. Da das Volumen der Samen bei der Quellung bedeutend zunimmt, müssen sie mehr Platz haben, sonst beginnen sie einen starken *Druck* auszuüben. Dies können wir nachweisen, wenn wir ein dünnwandiges Fläschchen mit trockenen Bohnen oder Erbsen füllen und in ein Gefäß mit Wasser einstellen (21.3). Nach ein bis zwei Tagen sprengt ihr Druck das Fläschchen.

Sollen die Samen *keimen*, müssen sie zuerst Wasser aufnehmen und quellen. Mit der Wasseraufnahme erwachen sie aus dem Scheintod. In ihrem Innern herrscht hierauf reges Leben. In den beiden Vorratskammern, den Keimblättern, werden die Baustoffe aufgelöst und zum Abtransport bereitgestellt. Der Keimling wird sie zum Wachsen der Wurzel, des Stengels und der Blätter dringend brauchen.



21.3

Quellungsversuch, die Erbsen haben
das Glas gesprengt

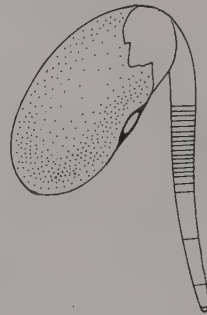
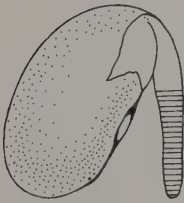


21.4

Entwicklung eines Bohnenkeimlings

Versuchsbeginn: Anbringen von Tuschstrichen auf der Wurzel

Nach 24 bis 48 Stunden. Die Wachstumszone liegt dicht hinter der Wurzelspitze



21.5

Nachweis der Wachstumszone in der Wurzel eines Bohnenkeimlings

Keimung

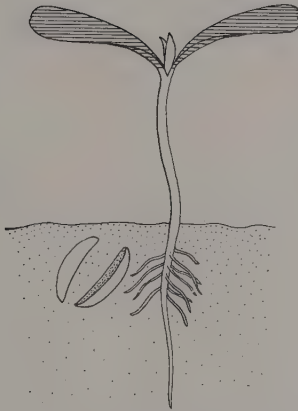
In der Erde beginnt der gequollene Bohnensame zu wachsen. Die zu klein gewordene Samenschale wird aufgerissen, die Keimwurzel wird länger und wächst senkrecht in die Erde (21.4). Sie wird zur *Hauptwurzel*, die bald nach allen Seiten *Nebenwurzeln* treibt. Durch Anbringen feiner Tuschstriche, die man in möglichst kleinen Abständen auf der Hauptwurzel anbringt, kann man nachweisen, daß die *Wachstumszone* der Wurzel dicht hinter der Wurzelspitze liegt (21.5).

Haupt- und Nebenwurzeln verankern den Keimling innert weniger Tage in der Erde, und sie vermögen ihn bald mit genügend Wasser und Nährsalzen zu versorgen. Jetzt beginnt sich der Stengel zu strecken. Er krümmt sich zu einem Buckel, der sich durch die Erde den Weg ans Licht bahnt, die Keimblätter nach sich ziehend. Nun richtet er sich auf, die Keimblätter biegen sich nach außen; die herzförmigen Laubblätter entfalten sich und werden rasch größer. Stengel, Keimblätter und Laubblätter ergrünen am Licht. Das Wunder der Entfaltung einer Bohnenpflanze aus einem trockenen Samen hat sich innerhalb weniger Tage vollzogen!

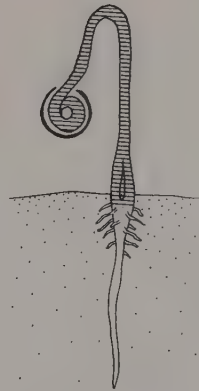
Die Keimblätter ernähren die Pflanze noch längere Zeit. Mehr und mehr schrumpfen sie aber ein und fallen nach zwei bis drei Wochen ab. Daß die Pflanze durch die Keimblätter ernährt wird, kann man durch folgenden Versuch zeigen. Man wählt drei ungefähr gleich große Keimlinge aus, die eben die Erde durchstoßen haben; bei der ersten nimmt man behutsam beide Keimblätter weg, bei der zweiten nur eines, bei der dritten läßt man sie stehen. Schon nach zwei Wochen kann man bedeutende Größenunterschiede klar feststellen. Jedes Keimblatt enthält die Hälfte der Nahrung, die dem Keimling von der Mutterpflanze mitgegeben wurde. Durch das Entfernen von Keimblättern entzieht man den Keimlingen einen Teil der mütterlichen Nahrung. Sie bleiben daher im Wachstum zurück. Wenn die Keimblätter abgefallen sind, muß der Keimling so viele Wurzeln und Blätter gebildet haben, daß er sich fortan im Licht selbständig ernähren kann.

Ein- und Zweikeimblättrige Pflanzen

Wie die Bohnen weisen viele Keimlinge anderer Arten *zwei Keimblätter* auf. Man faßt sie zur *Klasse der Zweikeimblättrigen Pflanzen* zusammen. Sie weisen alle *netznerlige Blätter* auf. Daneben gibt es Pflanzen, die nur *ein Keimblatt* haben. Sie bilden die *Klasse der Einkeimblättrigen Pflanzen*, deren Blätter *streifennervig* sind (21.6). Vergleiche auch die Gegenüberstellung auf Seite 23). Beide Klassen umfassen je eine Anzahl Familien.



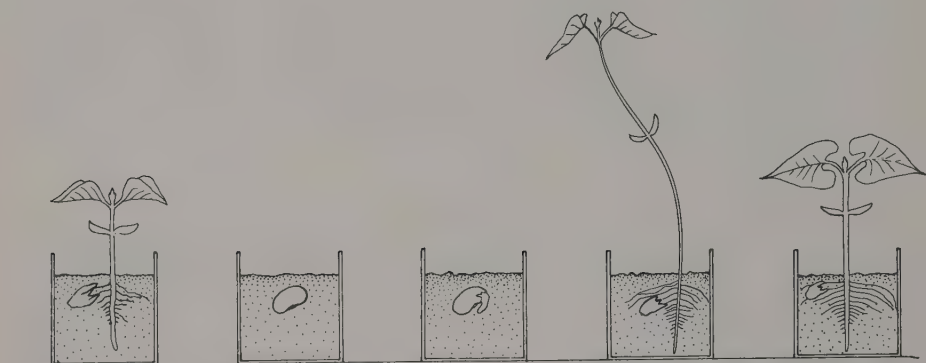
Sonnenblume



Küchenzwiebel

Voraussetzungen zur Keimung

Was braucht ein Same zur Keimung? Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, daß er keimen kann? Wir vermuten, daß Erde, Wasser, Wärme und vielleicht auch Licht notwendig sind. Um diese Frage zu beantworten, stellen wir Keimungsversuche mit Bohnen an, bei denen wir immer eine Voraussetzung ausschalten können (21.7).



Erde	Sägemehl	+	+	+	+
Wasser	+	ohne Wasser	+	+	+
Wärme	+	+	Kühlschrank	+	+
Licht	+	+	+	ohne Licht	+
Keimung	+	—	(—)	+	+

21.7

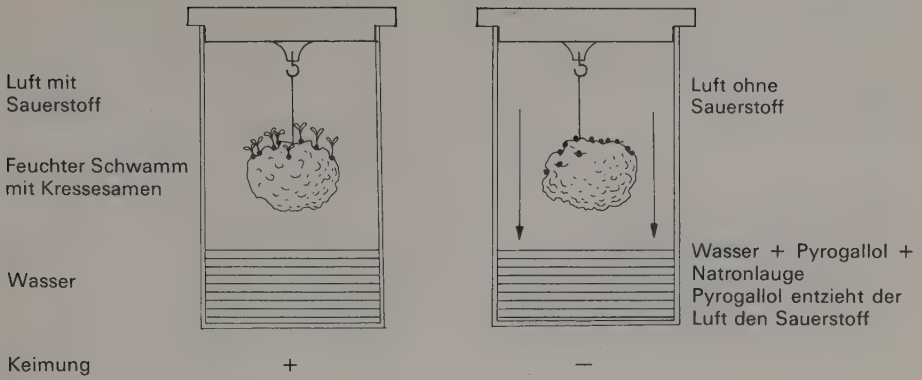
Keimungsversuche mit Bohnen

Die Erde ist zur Keimung entbehrlich, weil die Keimlinge mit mütterlichen Nährstoffen versehen sind. Später müssen sie aber Erde haben, weil sie ohne die darin enthaltenen Nährsalze nicht auskommen können. Ohne Erde verhungern sie.

Ohne Wasser keimen die Samen nicht. Ohne Wärme keimen vielleicht vereinzelte Samen, doch entwickeln sich die Pflanzen nicht weiter. Die meisten Samen keimen ohne Licht, doch *vergeilen* die jungen Pflanzen rasch. Ihre Stengel werden lang und schwach, ihre Blätter ergrünen im Dunkeln nicht. Vergeilende Pflanzen müssen verhungern, obwohl außer dem Licht alle Voraussetzungen zum guten Gedeihen gegeben sind. Ohne Licht kann die Pflanze kein Blattgrün bilden.

Jetzt haben wir allerdings eine Voraussetzung zur Keimung noch nicht nachgewiesen. Wir Menschen brauchen zum Leben unbedingt Sauerstoff, den wir bei der Atmung aus der Luft aufnehmen müssen. Ohne Sauerstoff können wir höchstens drei Minuten lang leben. Und die Pflanze? Vermag sie ohne Sauerstoff auszukommen? Ein Keimungsversuch mit Kressesamen gibt uns Aufschluß (21.8).

Zur Keimung ist *Sauerstoff* unentbehrlich. Keimende Samen brauchen verhältnismäßig viel Sauerstoff.



21.8

Keimungsversuch mit Kressesamen

Zusammenfassung: Der von der Samenschale umschlossene Bohnensame enthält ein kleines Pflänzchen, den Keimling. Er besteht aus dem Stengel mit der Knospe, den beiden Laubblättern, den zwei Keimblättern und der Keimwurzel. Die Keimblätter enthalten Nähr- und Baustoffe für das Wachstum des Keimlings. Zur Keimung sind Wasser, Wärme und Sauerstoff nötig. Diese drei Voraussetzungen sind ebenfalls zur Weiterentwicklung der Pflanzen erforderlich.

Blütenlose Pflanzen

22. Farne

Der Wurmfarne

An feuchten, halbschattigen Waldstellen wachsen die großen, im Kreis angeordneten *Wedel* des *Wurmfarne* (22.1). Die Entwicklung dieser wundervoll gestalteten Pflanze beginnt schon im Herbst. Inmitten



22.1
Wurmfarne mit Wurzelstock

der alten, absterbenden *Wedel* des *Farnstockes* schieben sich rundliche, mit vielen hellbraunen, schützenden *Spreuschuppen* bedeckte *Höcker* hervor. Es sind die spiralig eingerollten zarten *Farnwedel*, die sich im nächsten Frühjahr entfalten werden. Entfernen wir die feuchte Walderde rings um die Pflanze, stoßen wir auf den struppigen, schräg aufsteigenden *Wurzelstock*. Er ist mit vielen Resten alter Blattstiele dicht besetzt. Seine faserartigen Wurzeln nehmen aus dem Boden Wasser und Nährsalze auf. In seinem Innern hält er wertvolle Baustoffe zur Entwicklung der noch eingerollten *Wedel* bereit.

An warmen Frühlingstagen heben die *Farnstiele* die rundlichen, spreuschuppigen *Höcker* sachte vom Boden ab. Behutsam entrollen sich die jungen, zarten *Wedel* und streben rasch in die Höhe, dem Lichte zu (22.2). Gleichzeitig entfalten



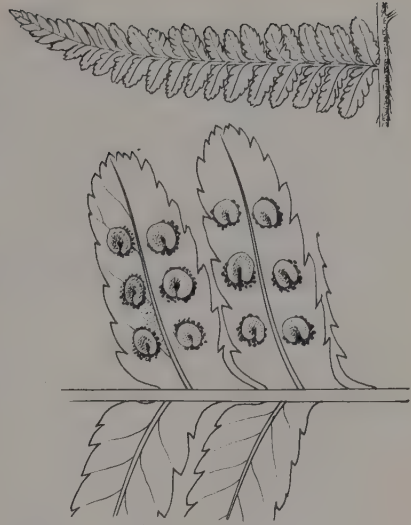
22.2
Junge, sich entrollende Wedel des Wurmfarne

sich zu beiden Seiten des Stiels die vorerst noch schlaffen Blattabschnitte, die *Fieder*, die selber wiederum in kleinere zierliche *Fiederchen* unterteilt sind. Das Blatt des Wurmfarne ist *doppelt-gefiedert*. Von Tag zu Tag erstarrt der Stiel, die Fieder straffen sich bis in die äußersten Spitzen, so daß der Wedel bald seine endgültige Form erlangt. Wie ausgewogen und vollendet die Gestalt dieser Farnpflanze erscheint!

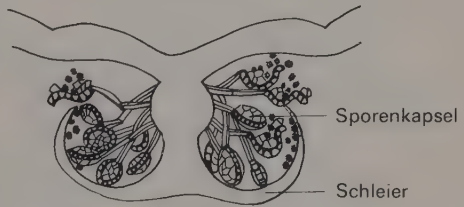
Ist es nicht seltsam, daß man Farne nie blühen sieht? Wie pflanzen sie sich denn fort? Im Verlaufe des Sommers erscheinen auf der Unterseite der kleinen Fiederchen zarthäutige, nierenförmige *Schleier* (22.3). Mit einer Lupe sind darunter viele vorerst grüne, später braun werdende Körperchen, die *Sporenkapseln*, zu entdecken (22.4). Jede der winzigen, zarthäutigen Sporenkapseln ist am Rande mit einem *Ringwulst* versehen (22.5), der sich bei Trockenheit (Wärme) immer stärker zusammenzieht, bis die reife Kapsel plötzlich aufreißt (22.6) und viele winzig kleine Sporen auswirft (22.7). Wie viele Sporen auf einem Wedel wohl entstehen mögen? Sicher erzeugt ein Wedel mehrere hunderttausend Sporen, vielleicht sogar mehr als eine Million. Einen schönen Sporenabdruck des Wedels erhält man, wenn einer im Zimmer auf ein helles Papier gelegt und mit einer Glasscheibe zugedeckt wird.

Der Farnvorkeim

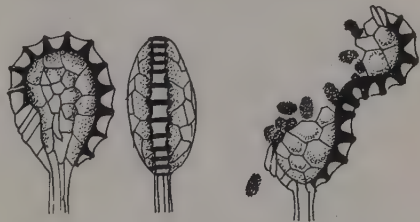
Sporen, die vom Wind auf feuchten, schattigen Waldboden getragen werden, keimen nach einiger Zeit aus. Vorerst bildet die einzelne Spore einen dünnen grünen Zellfaden, der an seiner Spitze bald in die Breite wächst und ein dünnes herzförmiges Blättchen bildet. Man nennt es *Vorkeim* (22.8). Im Wald sind Vorkeime nicht leicht zu finden; in Treibhäusern der Gärtner sind sie dagegen recht häufig anzutreffen. Ausgewachsen ist ein Farnvor-



22.3
Fiederchen mit Schleier

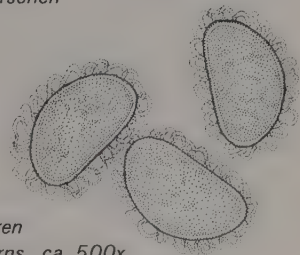


22.4
Schleier, darunter die Sporenkapseln



22.5
Die Sporenkapseln sind mit einem Ringwulst versehen

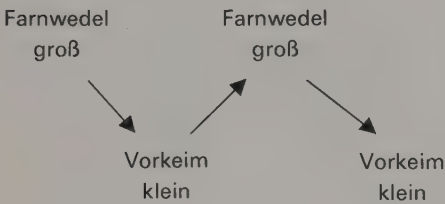
22.6
Aufgerissene Kapseln, die Sporen ausstreuend



22.7
Einzelne Sporen des Wurmfarne, ca. 500x

keim kaum so groß wie ein Fünfrappenstück. Welch großer Gegensatz: auf der einen Seite der schön gegliederte große Farnwedel, ein Riese, auf der andern das einfache kleine Blättchen des Vorkeims, ein Zwerg, welcher der Mutterpflanze überhaupt nicht gleicht!

Auf der Unterseite des ausgewachsenen Vorkeims entstehen *Fortpflanzungsorgane*, die jedoch ohne mikroskopische Vergrößerung nicht genau zu erkennen sind. Die *Befruchtung* vollzieht sich ganz im verborgenen. Aus der befruchteten Eizelle wächst noch auf dem Farnvorkeim ein junges Pflänzchen aus, das zu einem neuen großen Farnwedel wird, während der Vorkeim langsam abstirbt (22.9). Diesen seltsamen Entwicklungsgang, der allen Farnpflanzen eigen ist, können wir auf folgende Weise festhalten:



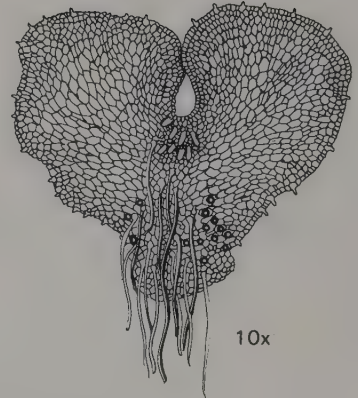
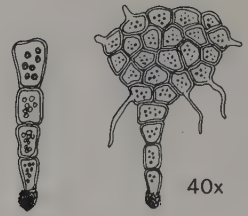
Wir sehen, wie sich in der Entwicklung *zwei verschieden gestaltete Generationen* gegenseitig *ablösen*. Farne haben einen *Generationswechsel*.

Andere Farnkräuter

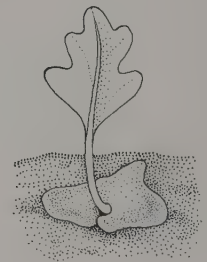
Farne sind reich an Formen. Während der Wurmfarne doppelt gefiedert ist, gibt es Farnarten, die ungeteilt oder nur schwach gefiedert sind. Andere wiederum sind mehrfach gefiedert, also bedeutend stärker geteilt. Auch Anordnung und Form der Sporenkapselhäufchen sind unter den Farnarten sehr verschieden. Dies zu verfolgen ist reizvoll.

Auf alten Mauern und Felsen

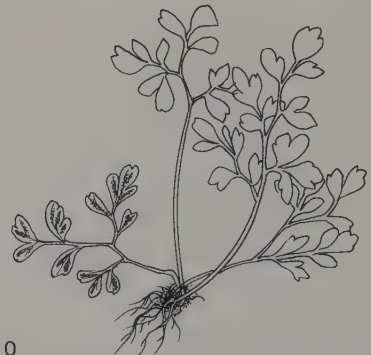
Es ist erstaunlich, wie aus trockenen, humusarmen Ritzen genügsame Farnpflänz-



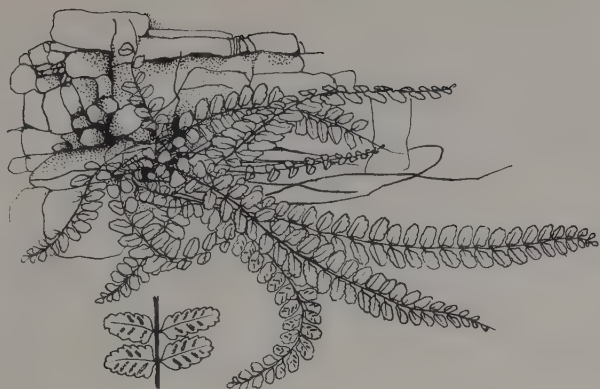
22.8
Aus einer Spore
heranwachsender
Vorkeim des Wurmfarne



22.9
Vorkeim mit
jungem Farnwedel



22.10
Mauerraute



22.11
Schwarzstieliger Streifenfarn



22.12
Gemeiner Blasenfarn



22.13
Storchnabelfarn



22.14
Tüpfelfarn (Engelsüß)

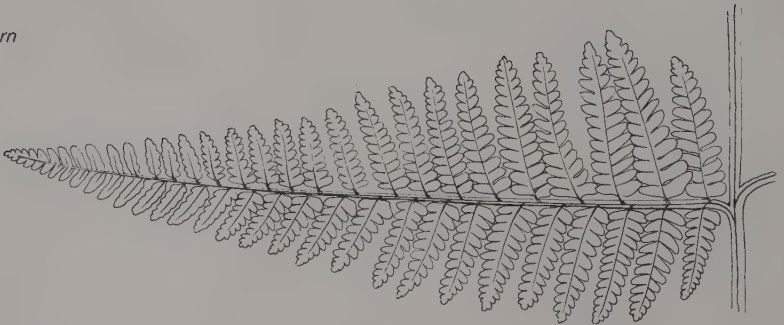


22.15
Stachliger Wurmfar



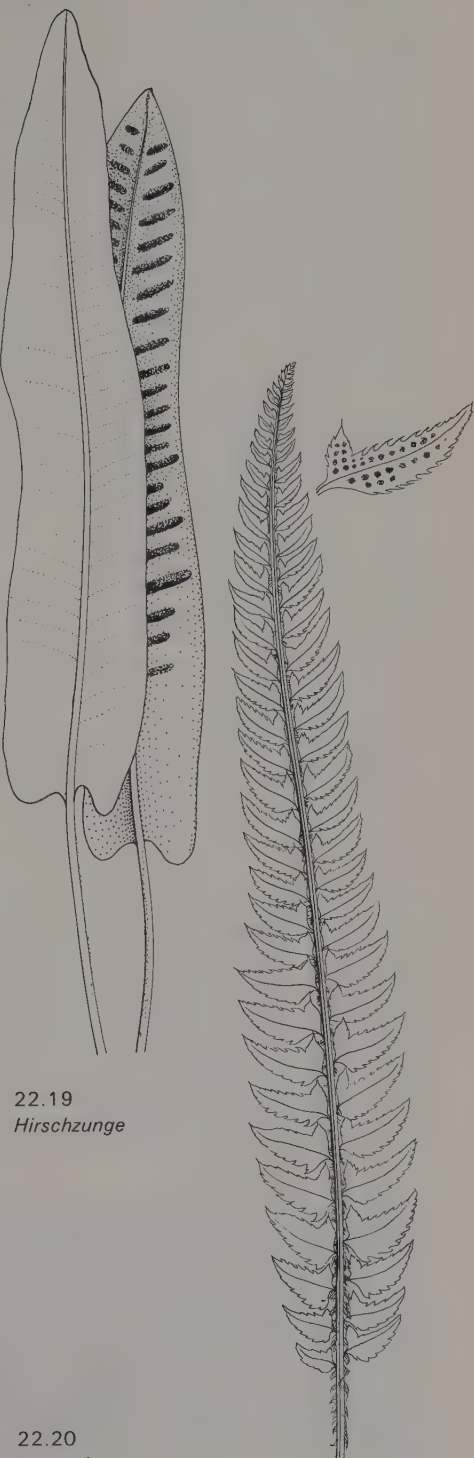
22.16
Gemeiner Waldfarn

22.17
Buchenfar



22.18
Adlerfar

chen hervortreten können. Wie belebt ihr zartes Grün die Grautöne der Mauern und Blöcke! Das Blatt der *Mauerraute* (22.10) ist derb, graugrün und winterhart. Der hübsche *Schwarzstielige Streifenfarn* (22.11) ist gut kenntlich am einfach gefiederten Blatt sowie am glänzenden schwarzbraunen Blattstiel. Der *Grüne Streifenfarn*, ein Verwandter mit grünem Blattstiel, ist im Gebirge verbreitet. Die drei genannten Farne haben auf der Unterseite längliche streifenförmige Sporenkapselhäufchen (Streifenfarne!). Etwas größer ist der *Gemeine Blasenfarn* (22.12), dessen stark geteilte, zarte Wedel meistens in Büscheln stehen. Der *Storchschnabelfarn* (22.13) zeichnet sich durch einen langen Stiel und ein im Umriss dreieckiges Blatt aus, das dreifach gefiedert ist. Stiel und Unterseite des Blattes sind feindrüsig.



22.19
Hirschzunge

22.20
Lanzenfarn

Auf Baumstrünken und Felsblöcken

Das einfach gefiederte, buchtige Blatt des *Tüpfelfarns* (*Engelsüß*) (22.14) prägt sich leicht ein. Auf der Unterseite überraschen die großen, kreisrunden Sporenkapselhäufchen, die im Winter orangebraun gefärbt sind.

In Wäldern

Zwei Farne sind in der Größe dem Wurm-farn vergleichbar. Der *Stachelige Wurm-farn* (22.15) ist gut kenntlich an der zwei-bis vierfachen Fiederung und an den stachel-spitzigen Fiederchen. Der *Gemeine Wald-farn* (22.16) besticht durch die Eleganz seiner enorm lang und fein ausgezogenen Fieder.

Der *Buchenfarn* (22.17) schlägt regelmäßig seine beiden untersten Fieder herab, was recht hübsch anzusehen ist.

Auf Waldlichtungen, Schlagflächen und magern Weiden

Der bis drei Meter hohe, weit ausladende *Adlerfarn* (22.18) zeigt meistens magere

Böden an und wird nicht geschätzt. Häufig bedeckt er größere Flächen.

In Schluchten und an felsigen Waldstellen
Wer würde hinter dem ungeteilten Blatt der *Hirschzunge* (22.19) einen Farn vermuten, wenn nicht die streifenförmig angeordneten Sporenkapseln der Unterseite die Zugehörigkeit zu den Farnpflanzen verrieten? Die *Hirschzunge* ist bei uns eher selten. Da und dort wird sie in Ziergärten verwendet.

Im Gebirge

Der immergrüne *Lanzenfarn* (22.20) wächst in Gebirgswäldern und Blockschutthalden an Standorten, wo der Schnee langeliegen bleibt.

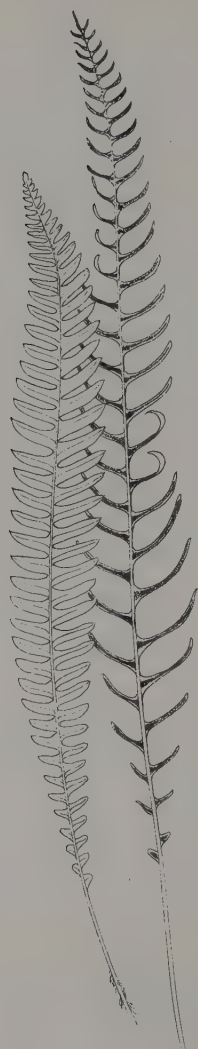
Der *Rippenfarn* (22.21) bildet zwei verschiedene Blattformen aus. Die äußeren Blätter des Stockes tragen breite Fieder, die jedoch keine Sporen ausbilden. Die schmalen Fieder der innern sind dagegen auf der Unterseite mit Sporenkapseln übersät. Er ist in den Gebirgswäldern stellenweise häufig, kommt aber auch auf sauren Waldböden des Mittellandes vor.

In alpinen Rasen

Die *Gemeine Mondraute* (22.22) ist ein Sonderling mit altertümlichem Aussehen. Sie bildet die Sporenkapseln nicht auf der Unterseite des Blattes aus, sondern in besonders gestalteten Blattabschnitten. Man übersieht sie in den Rasen leicht. Hat man aber ein Pflänzchen entdeckt, wird man rasch mehrere sehen.

Merkmale der Farnpflanzen: Die Farnwedel gehen aus Wurzelstöcken hervor. Auf den Wedeln entstehen nicht Samen, sondern Sporen. Die Sporen bilden kleine Vorkeime, die eine ganz andere Gestalt als die Wedel haben und Fortpflanzungsorgane tragen. Nach erfolgter Befruchtung entsteht wieder ein Wedel. Farne haben einen Generationswechsel.

22.21
Rippenfarn



22.22
Gemeine Mondraute



23. Moose

Ausgedehnte Moospolster bedecken häufig den feuchten Boden der Nadelwälder. Hier treten sie vom Herbst bis zum Frühjahr, wenn die meisten Blütenpflanzen abgestorben sind, mit ihren mannigfaltigen Formen deutlicher hervor und verleihen dem Waldboden das frische, abwechslungsreiche Grün.

Das Goldhaarmoos

Das *Goldhaarmoos* ist eines der schönsten und zugleich höchst entwickelten Laubmoose (23.1). Auf feuchtem Waldboden bildet es üppige lockere Polster. Im Gegensatz zu den Farnpflanzen, die vom Wurzelstock aus faserige Wurzeln in die Erde senken, finden sich bei diesem Pflänzchen nur dünne *Wurzelhaare*, die aus dem Boden etwas Wasser mit Nährsalzen aufzunehmen vermögen und das Moos festheften. Die dunkelgrünen, dreikantigen Blätter sind am Stämmchen spiralförmig angeordnet («Tannli-moos»). Bei feuchter Witterung breiten sie sich sternförmig aus, bei Trockenheit schmiegen sie sich dem Stämmchen an. Moose können durch die Blättchen Wasser-



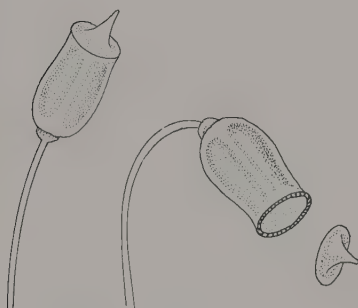
23.1
Goldhaarmoos

23.2
Männliche und weibliche
Moospflänzchen
mit Körbchen

23.3
Nach der Befruchtung
Das Körbchen des männlichen
Pflänzchens wird durchwachsen.
Aus der Eizelle des weiblichen
entwickelt sich ein neues Pflänzchen

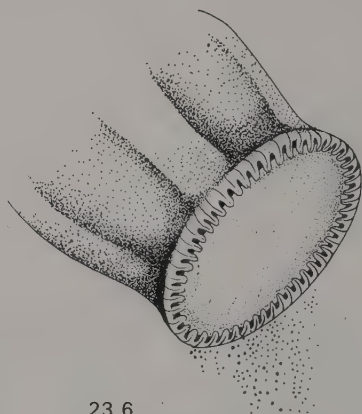
tropfen und Wasserdampf der Luft aufnehmen. Die Wasserleitung der verzweigten Wurzelhaare und der Stämmchen zu den Blättchen ist unvollkommen und ungenügend. Aus diesem Grunde bevorzugen viele Moose luftfeuchte Standorte.

Im Frühjahr oder Frühsommer bilden die Stämmchen mit den obersten Blättchen ein Körbchen (23.2), das entweder *männliche* oder *weibliche Fortpflanzungsorgane* enthält. Aus einer befruchteten *Eizelle* wächst ähnlich wie auf dem Farnvorkeim ein neues Pflänzchen hervor (23.3), das seltsamerweise keine Blättchen trägt, sondern nur aus einer *langgestielten Sporenkapsel* mit einem schützenden goldgelben *Haarkäppchen* (*Haube*) besteht. Im Hochsommer fällt von der reifenden vierkantigen *Kapsel* zuerst das Haarkäppchen ab (23.4); später löst sich auch das geschnäbelte *Dekelchen* (23.5). Mit einer Lupe erkennt man nun am *Kapselrand* einen Kranz feiner *Zähnnchen*, die ein zartes *Häutchen* festhalten (23.6). Die reife Kapsel neigt sich mehr und mehr; bei trockenem Wetter krümmen sich die Zähnnchen auswärts, wodurch kleine Oeffnungen frei werden. Schon bei leisem Windzug schüttelt die Kapsel auf dem steifen, federnden Stengel Sporenwölklein aus den Öffnungen. Die Sporen keimen auf feuchtem Boden, bilden ein verzweigtes, sehr zartes Fadengeflecht mit Knospen, aus denen sich neue Moospflänzchen entwickeln.



23.4
Reifende
Sporenkapsel ohne
Haarkäppchen

23.5
Das Dekelchen
fällt von der Kapsel



23.6
Mit Zähnnchen versehener Rand der
vierkantigen Kapsel. Aus den Poren
werden die Sporen ausgeschüttelt;
ca. 15x

Andere Moose

Von den vielen in unsern Gegenden vorkommenden Moosen wollen wir einige wenige kennenlernen.

Laubmoose

Alle Laubmoose haben aufrechte oder liegende beblätterte Stämmchen. Die Blätter sind häufig spiralförmig angeordnet.

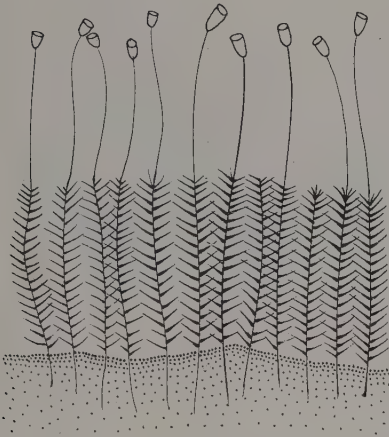
Polsterbildende Laubmoose

Bei den Arten dieser Gruppe wachsen die gestielten Sporenkapseln aus der Spitze der aufrechten Stämmchen (23.7). Die Stämmchen stehen meistens dicht beieinander und bilden Polster.

Das *Wellenblättrige Sternmoos* (23.8) feuchter Waldmulden trägt zu beiden Seiten des Stämmchens lange, schmale, gewellte Blätter. Nichtfruchtende Stämmchen hängen über. Da die Blätter der Sternmoose einschichtig sind, eignen sie sich ausgezeichnet zu mikroskopischen Präparaten. Man kann daran sehr schön die Zellen mit den Blattgrünkörnern sehen.

Das *Wellenblättrige Katharinenmoos* (23.9) wächst auf feuchten, lehmigen Waldböden. Die dunkelgrünen, länglichen Blätter sind deutlich querwellig. Die zierlichen Sporenkapseln sind lang geschnäbelt und geneigt.

Die nach einer Seite hin gekrümmten Blätter des *Gabelzahnmooses* (23.10) verleihen dem Pflänzchen ein bizarres, eigenwilliges Aussehen. Wir finden es auf feuchten, lehmigen Waldböden, oft auch an Baumstrünken und Felsen.



23.7
Schema: Polsterbildende Laubmoose



23.8
Wellenblättriges Sternmoos



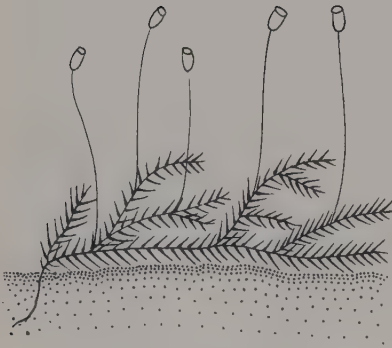
23.9
Wellenblättriges Katharinenmoos



23.10
Gabelzahnmoos

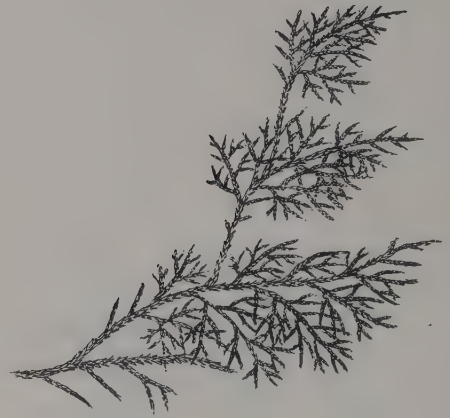
Deckenbildende Laubmoose

Bei den Arten dieser Gruppe tragen seitliche Ästchen die Sporenkapseln (23.11). In Fichtenwäldern findet man häufig die mattgrünen großen Decken des *Tamariskenblättrigen Thujamooses*. Das Pflänzchen ist sehr fein und mehrfach gefiedert. Das *Hainmoos* (23.12) ist am stockwerkartigen Bau und den glänzenden Blättchen leicht kenntlich. Es bildet ebenfalls größere Decken.



23.11

Schema: Deckenbildende Laubmoose



23.12

Hainmoos

Lebermoose

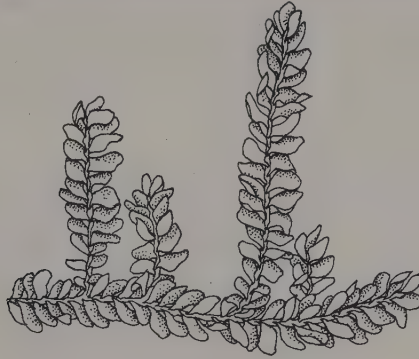
Feuchte Mauern, Felsen und Gräben sind oft von dunkelgrünen, gabelig verzweigten Lappen des *Brunnenlebermooses* (23.13) überzogen. Die einzelnen Lappen haften mit Wurzelfäden an der Unterlage. Im Hochsommer erheben sich aus den flach ausgebreiteten Lagern Schirmchen, die männliche oder weibliche *Fortpflanzungsorgane* enthalten. Nach der Befruchtung entsteht aus der Eizelle eine kurz gestielte Sporenkapsel, die zur Reifezeit viele Sporen entläßt. Neben dieser *geschlechtlichen* Fortpflanzungsweise bildet das *Brunnenlebermoos* in kleinen, gut sichtbaren *Brutbechern* (23.13) *ungeschlechtlich* winzige *Brutkörperchen* aus, die vom Wasser als «Ableger» fortgespült, zu neuen Lebermoosen heranwachsen. Die Gestalt des *Brunnenlebermooses* wirkt neben den feingliedrigen Laubmoosen recht massig und urtümlich. Beblätterte niederliegende Lebermoose (23.14) sehen den Laubmoosen schon wesentlich ähnlicher.

Moose als Helfer

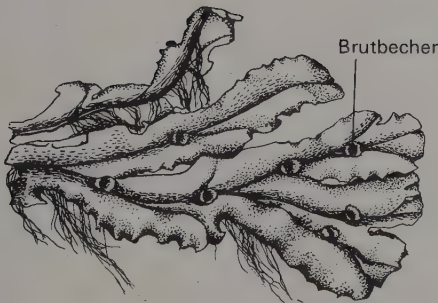
Moose können sehr verschiedene Standorte besiedeln. Die kleinen Moosarten sind besonders genügsam, gedeihen sie doch an Mauern und Felsen, wo sie Hitze und Kälte gleichermaßen ertragen und auch längere Trockenzeiten mit erstaunlicher Zähigkeit durchstehen. Wo Winde in kleinste Fels- und Mauerritzen einige Krümchen Erde hingetragen haben, können herangewehte Moossporen schon keimen, und bald bilden die Pflänzchen kleine Polster (23.15). Sobald die Polster unten durch abgestorbene Moosteilchen und angesammelten Flugsand genügend Erde gebildet haben, können herangewehte Samen anderer Pflanzen im vorbereiteten Boden keimen. Die kleinen Moosarten sind somit *Erstbesiedler*, *Pioniere*, die als zähe Vorposten an unwirtlichen Stellen andern Pflanzen das Keimbeet vorbereiten.

Die vielen ausgedehnten Moospolster der Wälder saugen bei Regenwetter das Wasser in großen Mengen in sich auf und speichern es. Sie vermögen dadurch oft bei starken Regenfällen Überschwemmungen zu verhindern. Das gespeicherte Wasser geben sie langsam wieder ab und schützen den Boden vor Austrocknung.

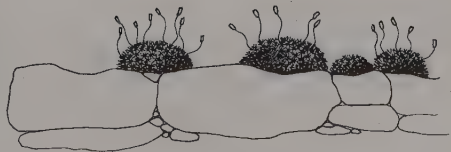
Merkmale der Moospflanzen: Wie die Farne sind auch die Moose Sporenpflanzen. Die keimenden Sporen bilden fädige Vorkeime mit Knospen, aus denen wieder Moospflänzchen entstehen. Moospolster und Moosdecken speichern viel Wasser. Sie greifen regulierend in den Wasserhaushalt der Wälder ein.



23.14
Beblättertes Lebermoos
(Muschelmoos)



23.13
Brunnenlebermoos



23.15
Gesteinsmoose als Pioniere

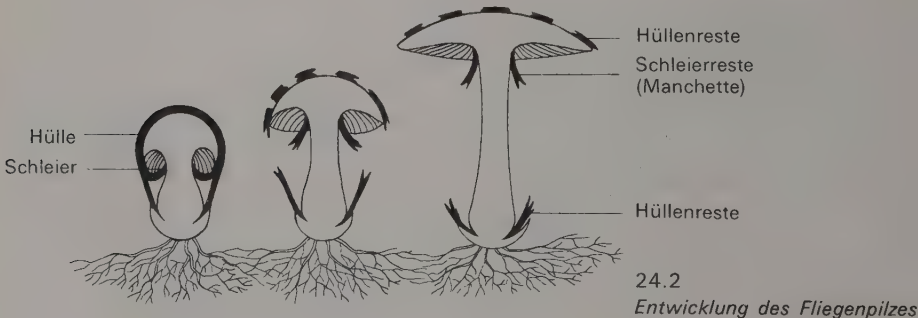
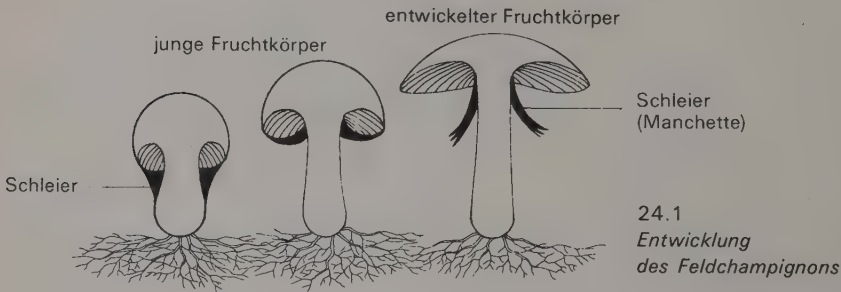
24. Pilze

Hutpilze und andere Großpilze, Schwämme

Im Spätsommer und Herbst finden wir auf Wiesen, Weiden und besonders im Wald viele Pilze, rote und gelbe, blaue, braune und weiße. Viele werden gesammelt und zu feinen, schmackhaften Gerichten zubereitet. Was wir jedoch sammeln, ist nur ein *Teil* des Pilzes, nämlich der *Fruchtkörper*. Der eigentliche Pilz lebt im Boden drin. Er besteht aus einem *Geflecht* feiner, zarter *Pilzfäden*, die sich oft kreisförmig ausbreiten. Durch Absterben der innern Teile entsteht ein ringförmiges Pilzfadengeflecht. Bei günstiger, feuchtwarmer Witterung bilden sich am Rande innert kurzer Zeit *Fruchtkörper* (Schwämme). Anhand des «*Hexenringes*» kann man sehen, welche Ausdehnung das Pilzfadengeflecht im Boden hat.

Die Entwicklung des Feldchampignons

Man findet den *Feldchampignon* häufig dort, wo Pferdedünger vermodert: auf Viehweiden, gedüngten Wiesen und an Wegrändern. Er wird als Speisepilz sehr geschätzt. Deshalb zieht man ihn auch künstlich in Höhlen oder unterirdischen Stollen auf Pferdedung. Bei günstigen Verhältnissen bildet das Pilzgeflecht im Boden kugelige Anschwellungen, die sich bald als kleine Knollen aus dem Humus schieben. Stiel und Hut lassen sich in diesem Stadium noch nicht deutlich unterscheiden, weil eine feine Haut, der *Schleier*, sich vom Hutrand zum Stiel spannt. Sobald sich der Hut schirmförmig ausbreitet, reißt der Schleier vom Hutrand ab und bildet am Stiel einen *Ring* oder eine *Manchette* (24.1). Nun sind auf der Hutunterseite die geschützten *Blättchen* oder *Lamellen* sichtbar. Bei jungen Pilzen sind sie rosa gefärbt, später werden sie dunkler und schließlich schokoladebraun.





24.4
Fliegenpilz



24.5
Schopftintling



24.6
Feldchampignon

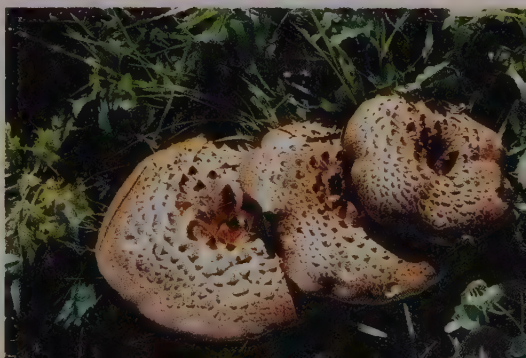


24.8
Semmelstoppelpilz

24.9
Habichtspilz



24.7
Grüner Knollenblätterpilz



Der prächtige *Fliegenpilz* (24.4) weist außer dem Schleier noch zusätzlich eine Hülle auf, die den jungen Fruchtkörper ganz umschließt. Bei der weiteren Entwicklung reißt sie auf. Reste der Hülle finden sich dann als schuppenförmige Ringe am knollig verdickten Stielfuß und als flockige weiße Fetzen der orangeroten Hutoberfläche (24.2).

Vermehrung

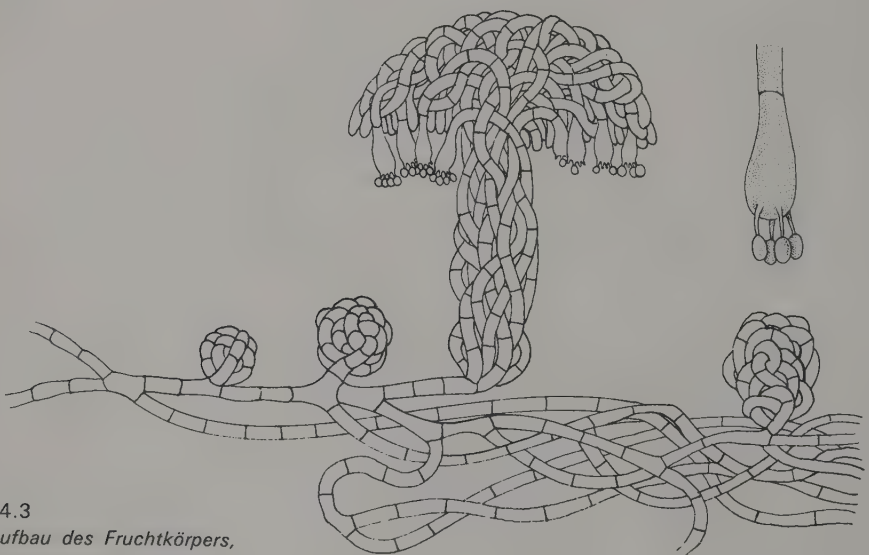
Legt man den Hut eines ausgewachsenen Blätterpilzes mit den Lamellen nach unten auf ein rauhes, helles oder schwarzes Papier, erhält man durch die unzähligen abgegebenen Sporen nach wenigen Stunden ein Abbild der Lamellen. Jeder «Pilz» (Fruchtkörper) besteht aus Pilzfäden, die zu Strängen verflochten sind (24.3). Die Fäden durchziehen Stiel und Hut und enden mit einer leichten Verdickung in den Lamellen. Jede Lamelle enthält Tausende von endenden Fäden, die alle je vier Sporen abschnüren. Man hat berechnet, daß ein einziger Fruchtkörper des Champignonpilzes rund *zwei Milliarden Sporen* (!) absondert. Die Pilzsporen sind mikroskopisch klein, messen sie doch nur etwa 0,01 bis 0,02 mm. Unter dem schirmförmigen Hut sind sie gut geschützt. Der Stiel hebt den Hut über den Boden, so daß die leichten Sporen vom Wind weitherum verstreut werden können. Jede Spore kann zu einem neuen Fadengeflecht keimen.

Je nach Art und Weise, wie die Pilze (Fruchtkörper) ihre Sporen absondern, unterscheidet man verschiedene Gruppen:

Blätterpilze tragen die Sporen außen an den strahlig angeordneten Blättern (Lamellen) auf der Hutunterseite. Vertreter: *Eierschwamm*, *Reizker*, *Fliegenpilz* (24.4) (giftig!), *Schopftintling* (24.5), *Feldchampignon* (24.6), und *Grüner Knollenblätterpilz* (24.7) (giftig!).

Stoppelpilze bilden die Sporen außen an den Stoppeln. Vertreter: *Semmelstoppelpilz* (24.8), *Habichtspilz* (24.9).

Röhrlinge erzeugen die Sporen in den Röhren auf der Hutunterseite. Vertreter: *Steinpilz* (24.10), *Maronenröhrling*.



24.3
Aufbau des Fruchtkörpers,
schematisch

Keulenpilze tragen die Sporen an der ganzen Oberfläche ihrer keulen- oder geweihförmigen Fruchtkörper. Vertreter: *Orange gelbe Koralle (Ziegenbart)* (24.11), *Herkuleskeule* (24.12).

Bauchpilze bilden die Sporen im Innern des Fruchtkörpers. Vertreter: *Stäubling (Bovist)* (24.13), *Erdstern* (24.14).

Schlauchpilze erzeugen ihre Sporen nicht außen an den Fadenenden, sondern im Innern winziger Schläuche. Bei den *Morcheln* (24.15) findet sich diese Schlauchsporenschicht in den Grübchen. Weitere Vertreter: *Becherlinge* (24.16), *Trüffel*.

Ernährung der Pilze

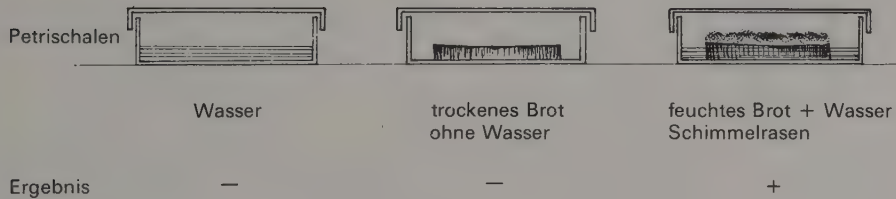
Bei den Pilzen fällt auf, daß ihnen das *Blattgrün* fehlt, das die meisten Blütenpflanzen, die Farne und Moose auszeichnet. Pflanzen ohne Blattgrün *können sich nicht selbstständig ernähren*, weil es ihnen unmöglich ist, die Energie des Sonnenlichtes für den Aufbau körpereigener Stoffe zu verwenden. Die Pilze müssen deshalb von vermodernenden oder faulenden toten Lebewesen, die sie zersetzen helfen, vorhandene Nährstoffe aufnehmen und damit ihr Fadengeflecht und den Fruchtkörper aufbauen. Pilze sind Fäulnis- oder Humuspflanzen.

Essbare und giftige Pilze

Aus Pilzen lassen sich wohlschmeckende, würzige Gerichte bereiten. Der Nährwert wird jedoch vielfach überschätzt. Er dürfte ungefähr dem des Gemüses entsprechen. Alljährlich liest man in Zeitungen von tödlichen Pilzvergiftungen, die häufig auf den *Grünen Knollenblätterpilz* (24.7) zurückzuführen sind. Dieser wird oft mit dem *Feldchampignon* verwechselt. Wer Pilze sammeln will, muß die giftigen von den ungiftigen unterscheiden können. Pilzkenntnisse erwirbt man am besten bei einem erfahrenen Sammler oder durch genaues Studium eines guten Pilzbuches. Im Zweifelsfall muß man die Pilze von einem Kenner kontrollieren lassen oder von der Zubereitung absehen. Sind Pilze nicht mehr ganz frisch, können sie, gegessen, Verdauungsstörungen herbeiführen. Bei Vergiftungen ist sofort der Arzt beizuziehen.

Schimmelpilze

Brot und Speisereste können schimmelig werden. Sie weisen dann weiße, graue, grüne oder schwarze Schimmelrasen auf, die von Fadengeflechten der Schimmelpilze stammen. Schimmelpilzgeflechte entwickeln sich nur unter bestimmten Bedingungen, was man durch folgenden Versuch zeigen kann (24.17).



24.17
Kultur eines Schimmelpilzes



24.10
Steinpilz



24.11
Orangegelbe Koralle (Ziegenbart)



24.12
Herkuleskeule



24.13
Flaschen-Stäubling

24.14
Rötender Erdstern



Der Schimmelpilz entwickelt sich im Versuch nur auf feuchtem Brot bei genügender Luftfeuchtigkeit (feuchte Kammer!). Im warmen Zimmer wächst das Geflecht rasch. Es durchwuchert den Nährboden, das Brot, dem es Nährstoffe entzieht. An der Oberfläche bilden die Fäden kugelige Köpfchen (24.18). Man nennt diesen Pilz deshalb *Köpfchenschimmel*. Die einzelnen Köpfchen enthalten Tausende von winzig kleinen Sporen. Wenn die Wand eines Köpfchens platzt, trägt schon der leiseste Windhauch die leichten Sporen davon. Sie schweben oft tagelang in der Luft. Eine einzige Spore genügt, um ein Stück feuchten Brotes anzustecken und schimmelig werden zu lassen. Bei graugrünen, sammetartigen Schimmelrasen auf Brot oder Speiseresten kann man an Stelle der Köpfchen mit der Lupe feine Pinselchen entdecken, die ebenfalls der Sporenerzeugung dienen und vom *Pinselschimmel* stammen (24.19).

Schimmelpilze zersetzen allmählich die Nährböden, auf denen sie leben. Jährlich vernichten sie durch ihre Tätigkeit viele Tonnen wertvoller Nährstoffe. Durch Dörren von Gemüse und Obst, Sterilisieren von Früchten, Tiefkühlen oder durch Einlegen von Früchten in Konservierungsmittel wie Zuckerlösungen oder Essig kann man die wertvollen Nahrungsmittel der schädlichen Einwirkung der Schimmelpilze entziehen. Schimmelpilze richten aber nicht nur Schaden an. Aus verschiedenen Arten des Pinselschimmels wird *Penicillin* gewonnen, ein Heilmittel, das der englische Forscher Alexander Fleming im Jahre 1928 entdeckte. Penicillin hat die Eigenschaft, die in unsern Körper eingedrungenen Krankheitserreger, Bakterien und Viren, wirksam zu bekämpfen, ohne ihn zu schädigen. Millionen zu Tode erkrankter Menschen verdanken dem Penicillin und andern ähnlich wirkenden Antibiotika ihr Leben.

24.15

Speisemorchel



24.16

Leuchtender Prachtbecher





24.18
Köpfschimmel, ca. 30x



24.19
Pinselschimmel, ca. 250x

Pilze als Schädlinge

Viele Kleinpilze sind Schmarotzer, die auf lebenden Pflanzen und Tieren hausen. *Rost-* und *Mehltaupilze* befallen die Blätter der Pflanzen und zerstören sie oder schädigen sie so, daß sie ihre Aufgabe nicht mehr erfüllen können. *Brandpilze* durchwuchern das Getreide und bewirken, dass die Ähren schwarz werden, weil im Innern der Körner Pilzsporen erzeugt werden. Andere Kleinpilze wie der *Schorf* befallen die Früchte der Obstbäume. Die durch Kleinpilze verursachten Schäden erreichen jedes Jahr Millionenbeträge.

Die chemische Industrie untersucht seit langer Zeit die Entwicklung zahlreicher Schäden verursachender Kleinpilze und stellt eine große Zahl von chemischen Giftstoffen her, welche die Pilze schädigen oder töten. Diese Pflanzenschutzmittel werden von Landwirten, Gärtnern und Pflanzern gekauft und verwendet. Die Kosten für den Ankauf erreichen jährlich ebenfalls Millionenbeträge. Wirksame Giftstoffe haften an Gemüse und Früchten über mehrere Wochen. Es besteht immer die Gefahr, daß Reste dieser giftigen Spritzbeläge beim Essen von Gemüse und Obst in unsern Körper gelangen; aus diesem Grunde sollten Gemüse und Früchte immer sorgfältig und gründlich gewaschen werden.

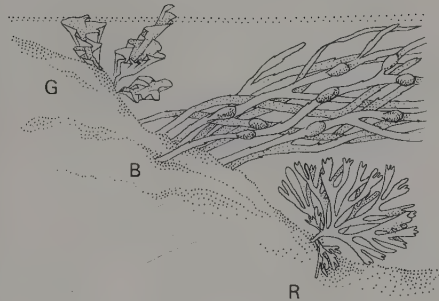
Merkmale der Pilze: Der Körper der Pilze besteht aus feinen Fäden, die sich zu einem Fruchtkörper verflechten können. Pilze vermehren sich durch Sporen. Sie können sich nicht selbständig ernähren, da sie kein Blattgrün besitzen. Die Pilze sind deshalb auf organische Nahrung, die sie toten oder lebenden Pflanzen oder Tieren entnehmen, angewiesen. Sie spielen beim Abbau toter organischer Stoffe eine wichtige Rolle.

25. Algen

Braunalgen und Rotalgen

Große Algen, die *Tange*, sind an felsigen Meeresküsten verbreitet. Hier haften sie an Felsen, Blöcken und großen Steinen. Ihr Körper wird vom Meerwasser umspült. Bei Ebbe liegen sie frei da, und man ist erstaunt, wie groß die «Tangwiesen» sind (25.1). Eine fremde Welt tut sich auf, zeigen doch die Meeresalgen viele seltsame, für uns völlig unbekannte Formen. Die braune Farbe herrscht weithin vor. Nur die oberste Zone (25.2), die von der Flut noch bespült wird, ist vorwiegend von *Grünalgen* besiedelt. In der darunterliegenden finden sich *Braunalgen* verbreitet, so der *Riementang* (25.3), der *Blasentang* (25.4) und der *Sägetang* (25.5). Der Körper der Braunalgen ist lederartig zäh. In ihren Zellen verdeckt ein brauner Farbstoff das Blattgrün. In der untersten Zone finden sich *Rotalgen* (25.6; 25.7), die meisten sind sehr zart und von großer Schönheit. Ihr Blattgrün ist von einem roten Farbstoff überdeckt. Braunalgen und Rotalgen ernähren sich selbständig. Je tiefer die Algen im Meerwasser stehen, umso weniger Licht erhalten sie. Rotalgen sind wahre Künstler in der Ausnützung des in der Tiefe spärlich einfallenden Lichtes. Der Wechsel von Ebbe und Flut schafft in den verschiedenen Zonen unterschiedliche Lebensbedingungen. Nicht alle Algenarten ertragen längeres Freiliegen. Das Vorkommen der einzelnen wird durch die tägliche Wasserbedeckung, den Lichteinfall und die Konkurrenz benachbarter Arten bestimmt. In Tiefen von über 10 m kommen die großen Algenformen nicht mehr vor.

Die Algen sind für viele Tiere wichtig. In den ausgedehnten Tangwiesen finden unzählige Meeresbewohner Unterschlupf. Aus der Asche von Braunalgen gewinnt man Jod, aus Rotalgen Agar-Agar, eine Gelatine.



25.2
Algengürtel der Meeresküste
G Grünalgen
B Braunalgen
R Rotalgen



25.8
Arملهuchteralgen

Unsere Süßwasseralgen nehmen sich neben den Meeresalgen wie Zwerge aus. Ihre Gestalten sind aber sehr zierlich. Wer sich in diese eigenartige, reiche Formenwelt vertieft, ist davon immer wieder überrascht und beeindruckt. Wir beschränken uns auf die Darstellung weniger Formen.

Armleuchteralgen

Armleuchteralgen (25.8) bilden auf dem Grund nicht verschmutzter Seen, Weiher und Tümpel ausgedehnte Rasen. Die Pflänzchen sind meistens stark verkalkt und brüchig. Der stockwerkartige Bau mit den quirlig angeordneten Kurztrieben gleicht dem Bau der Schachtelhalme.

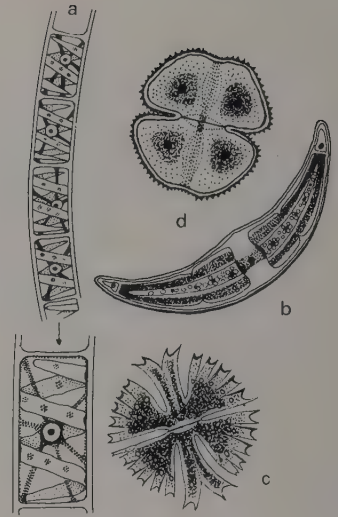
Jochalgen

Die *Schraubenalge* (25.9) bildet in kühlen, schattigen Teichen und Tümpeln vom Frühjahr bis zum Herbst grüne Watten aus unverzweigten Fäden. Bei Sonnenlicht finden sie sich an der Wasseroberfläche. Unter dem Mikroskop zeigt sich ihr feiner Bau. Jeder Faden besteht aus einer Zellreihe. In jeder Zelle verlaufen ein bis mehrere schraubenförmige grüne Bänder, die Blattgrünkörper. Von großer Schönheit sind auch die Zieralgen, Einzeller, die frei im Wasser schweben (*Mondsichelalge*, *Zellsternchen*) (25.9).

Grünalgen

Die meisten Süßwasseralgen sind *Grünalgen*. Es gibt einzellige, koloniebildende und vielzellige Arten. Im fließenden Wasser finden wir Strähnen von *Fadenalgen*. Die unverzweigten Fäden bestehen aus einer Zellreihe (25.10). Die Pflänzchen sind mit der untersten, länglichen Zelle an der Unterlage befestigt. Die übrigen Zellen enthalten einen grünen Farbstoffträger, der die Form eines breiten offenen Ringes hat.

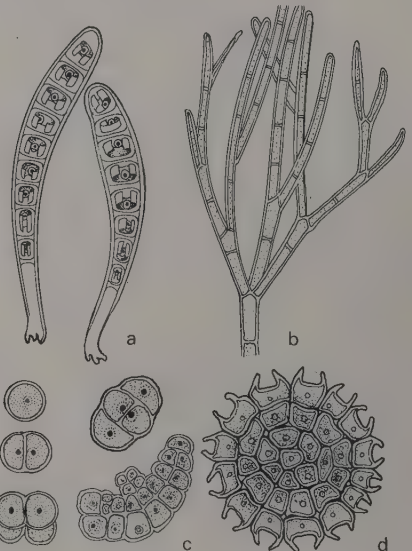
Die robuste *Zweigalge* wächst ebenfalls am fließenden Wasser (25.10).



25.9

Jochalgen, ca. 300—500x

- a) Schraubenalge
- b) Mondsichelalge
- c) Zellsternchen
- d) weitere Zieralge



25.10

Grünalgen

- a) Fadenalge
 - b) Zweigalge
 - c) Einzellige Grünalge, sich teilend und Kolonien bildend
 - d) Zackenrädchen
- Vergrößerung bei c) und d)
ca. 300—500x



25.1
«Tangwiese» an der Schärenküste
Norwegens



25.3
Riementang (Braunalge)

25.4
Blasentang (Braunalge)



25.5
Sägetang (Braunalge)



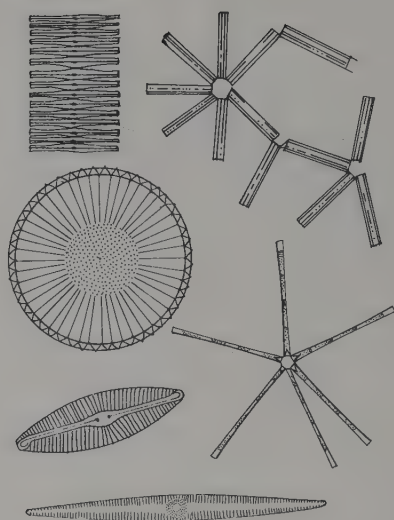
An Baumrinden sieht man häufig grüne Anflüge. Sie stammen von einzelligen Grünalgen, die sich teilen und Kolonien bilden (25.10).

Eine Reihe einzelliger und koloniebildender Grünalgen schwebt frei im Wasser von Tümpeln und Seen, so auch das *Zakkenrädchen* (25.10).

Kieselalgen

Die *Kieselalgen* bilden einen wesentlichen Teil des *Planktons*, der schwebenden Organismen des Süßwassers und des Meeres. Sie sind die Grundnahrung des tierischen Planktons (Krebschen, Wasserflöhe) und der Fische. Die braunen Überzüge der Steine in Bächen und der Brunnenröhrchen setzen sich ebenfalls aus Kieselalgen zusammen.

Kieselalgen sind mikroskopisch kleine, gelbbraune Einzeller von vollendeter Schönheit (25.11). Jede Zelle ist von einem harten Kieselpanzer umschlossen; dieser besteht aus zwei Teilen, die schachtelartig ineinandergreifen. Oft schließen sich die einzelnen Zellen zu Kolonien zusammen, was zu sehr zierlichen Formen führt (25.11).



25.11

Kieselalgen

Einzeller und Kolonien, ca. 300x

Geißelträger

Oft ist das Wasser in Gräben und Tümpeln, in die zeitweise Jauche fließt, grün gefärbt. *Grüne Augentierchen* (25.12), mikroskopisch kleine, lebhaft herumschwimmende «Pflänzchen», verursachen die Grünfärbung. Das Augentierchen besteht aus einer einzigen Zelle, die mit einem Geißelfaden versehen ist. Es kann mit Hilfe der Blattgrünkörperchen Stärke und Öl aufbauen. Jedes Augentierchen hat einen lichtempfindlichen «Augenfleck».

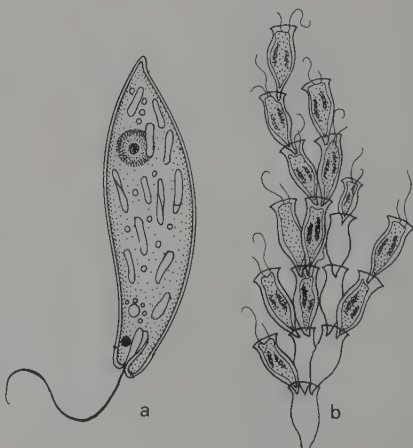
Die Augentierchen stehen zwischen dem Pflanzen- und Tierreich. Pflanzlich erscheinen uns die Blattgrünkörperchen, tierisch die Geißel, der Augenfleck, vielleicht auch die Befähigung zu flinker Fortbewegung.

25.12

Geißelträger

a) Grünes Augentierchen, ca. 1000x

b) Zellkolonie von Dinobryon, ca. 400x

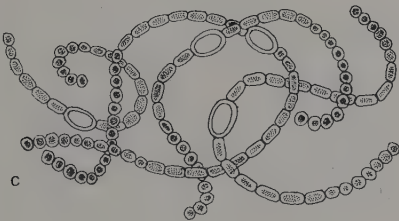
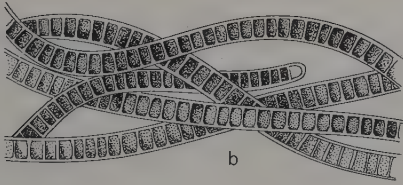


Merkmale der Algen: Die meisten Algen sind Wasserpflanzen. Sie bilden die Grundnahrung für die Wassertiere. Der Körper der Algen ist nicht in Wurzeln, Stengel und Blätter gegliedert; er bildet ein *Lager* (*Lagerpflanzen*). Viele Algen sind Einzeller, die oft Zellkolonien bilden. Das Lager vielzelliger Algen ist fadenförmig oder flächig ausgebildet. Die Algen ernähren sich selbständig.

Blaugüne Algen = Spaltalgen

Die *Blaugrünen Algen* oder kurz *Blaualg*en weisen in ihren Zellen keinen Kern auf. Sie vermehren sich wie die Bakterien durch Zellspaltung (vergleiche Seite 151). Einzelne Arten gehören zu den anspruchslosesten Lebewesen, die es gibt. In den Alpen bilden sich an regelmäßig überrieselten Felsen dunkelgefärbte Streifen, die Tintenstriche (25.13). Sie rühren von Blaualg α en her, die als Pioniere den nackten Fels besiedeln. (25.14). Bei Befeuchtung quellen sie auf, beim Austrocknen haften sie fest am Gestein.

In überdüngten Seen kommt es häufig zur Massenausbreitung der *Burgunderblutalge* (25.14). Sie bewirkt, daß oft große Seeflächen rötlich schimmern (25.15).



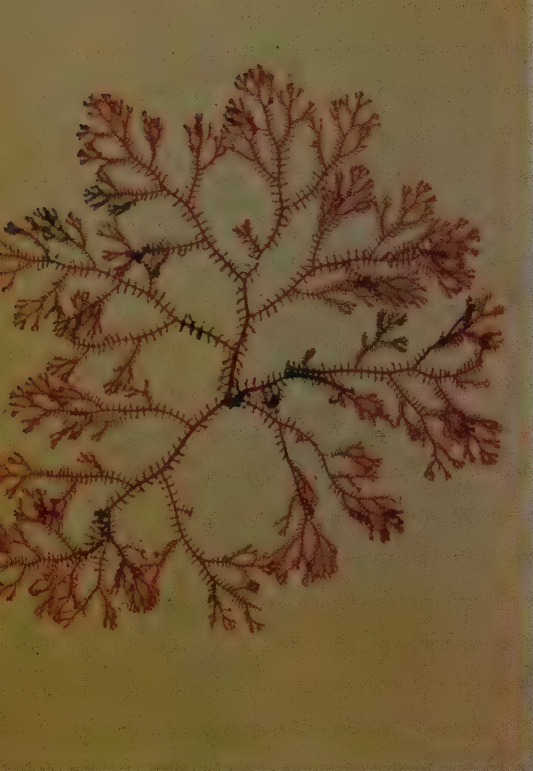
25.14

*Blaualg*en

a) *Gallertalge*, ca. 500x

b) *Burgunderblutalge*, ca. 500x

c) *Perlschnuralge*, ca. 500x



25.6
Rotalge



25.7
Rotalge

25.13
*Tintenstriche auf Felsen, die von
Blaualgenkolonien herrühren*

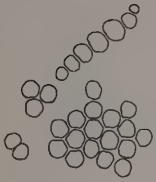


25.15
Burgunderblutalge am Baldeggersee

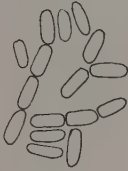


26. Bakterien

Bakterien sind sehr kleine, einzellige Lebewesen, die nur mit Hilfe starker Vergrößerung des Mikroskopes sichtbar sind. Sie besitzen kein Blattgrün, werden aber trotzdem dem Pflanzenreich zugeordnet. Bakterien haben die Gestalt von Kugeln, langen oder kurzen Stäbchen oder auch von Spiralen. Verschiedene besitzen Geißeln, durch deren peitschende Bewegungen sie sich vorwärtsbewegen können (26.1).



Kugel-
bakterien
ca. 10 000x



Stäbchen-
bakterien
ca. 2000x



Begeißelte
Stäbchen-
bakterien
ca. 5000x



Spirillen
ca. 2000x



Komma-
bakterien
ca. 1500x

26.1 Verschiedene Bakterienformen

Eine dünne Zellwand umschließt das Plasma der Bakterien. Die Zellen enthalten keinen Kern. Die Substanzen, die sich sonst im Kern befinden, sind in der Bakterienzelle verteilt.

Bei der Vermehrung *spalten* sich die Zellen in zwei gleiche Hälften. Aus diesem Grunde bezeichnet man die Bakterien als *Spaltpilze*. Da eine Spaltung alle 20 bis 30 Minuten erfolgen kann, vermehren sie sich außerordentlich rasch. Milch enthält kurz nach dem Melken pro Milliliter rund 2000 bis 3000 Bakterien. Bei warmem Wetter vermehren sich diese innerhalb 24 Stunden bis zu 500 Millionen!

Verschiedene Bakterien bilden bei ungünstigen Lebensbedingungen, bei Nahrungsmangel, Kälte oder Trockenheit, *Sporen*, indem sie in ihrer Zelle das Plasma zusammenziehen und mit einer derben Haut umgeben. Die Sporen sind gegen Austrocknung, Hitze, Kälte und Gifte sehr widerstandsfähig. Sogar stundenlanges Kochen in siedendem Wasser kann ihnen nichts anhaben. Sobald die Umweltbedingungen wieder besser sind, keimen die Sporen aus und wachsen zu Bakterien heran. Bakterien sind fast überall in großer Zahl verbreitet, in der Erde, im Wasser und in der Luft. Nur die staubarme Luft des Hochgebirges und über dem Meer ist fast frei von Bakterien.

Da sich die Bakterien nicht selber ernähren können, leben sie wie die Pilze von organischen Stoffen, lebendigen und toten, die sie abbauen und zerstören.

Fäulnisbakterien

Unzählige Bakterien leben in der Erde. 1 g Erde kann bis zu 100 000 Millionen (!) enthalten. Die Bodenbakterien vermehren sich auf toten Pflanzen und Tieren, deren Körper sie zerlegen und abbauen. Pflanzen und Tiere beginnen zu verwesen, ein

Vorgang, bei dem sich ein unangenehmer Geruch bemerkbar macht. Bei diesen Abbauvorgängen gewinnen die Bakterien Nährstoffe zur eigenen Vermehrung und Energie für ihren Lebensbetrieb. Ein Teil dieser Energie wird in Form von Wärme frei. So ist die Temperatur in einem Miststock und im Kompost, in denen unzählige Bakterien am Werk sind, höher als in der Umgebung (Dampf!).

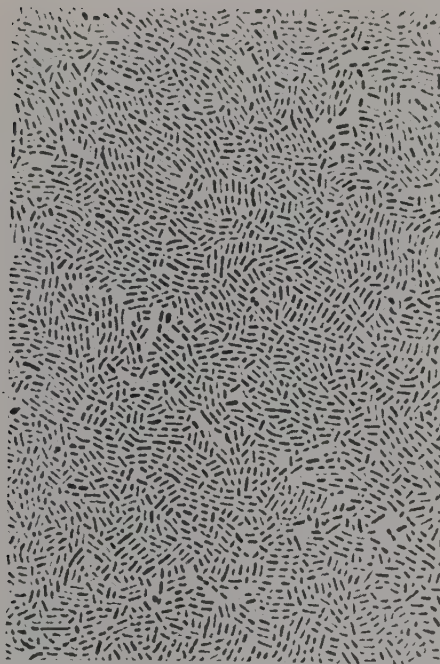
Dieser gewaltige *Stoffabbau* vollzieht sich tagein, tagaus, ohne daß wir es bemerken. Wertvolle Nährsalze werden dabei frei, die andere Pflanzen wieder aufnehmen können. Durch die Tätigkeit der Fäulnisbakterien und der Pilze entsteht der fruchtbare Humus.

Gärungsbakterien

Läßt man Milch an der Wärme stehen, wird sie nach kurzer Zeit sauer. *Milchsäurebakterien* (26.2) sind dafür verantwortlich. Sie vergären den Milchzucker zu Milchsäure, und diese wiederum läßt das Milcheiweiß gerinnen.

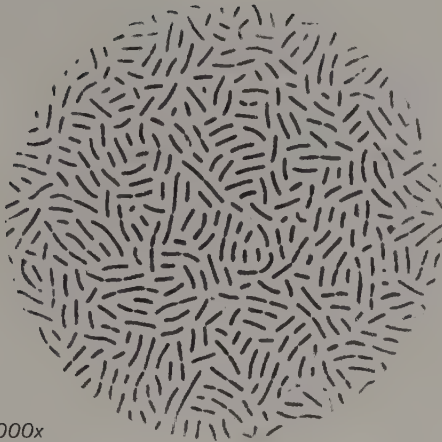
Bei der Herstellung von Sauerkraut und Silofutter wirken ebenfalls Milchsäurebakterien mit. Die bei der Gärung entstehende Milchsäure schützt das Sauerkraut vor der Verwesung und macht es haltbar. Bei der Herstellung von Yoghurt sind ebenfalls Bakterien beteiligt.

Wein, den man offen stehen läßt, wird zu Essig. *Essigsäurebakterien* (26.3) vergären den im Wein enthaltenen Alkohol zu Essigsäure und Wasser. An der Oberfläche bildet sich nach und nach eine unansehnliche schlüpfrige Schicht, die *Kahmhaut* oder



26.2

Milchsäurebakterien, 1000x



26.3
Essigsäurebakterien, 1000x

Essigmutter, die voller Bakterien ist. Bei der Herstellung von Essig läßt man Wein durch gut belüftete Fässer mit durchlöcherter Boden tropfen. Die Fässer sind mit Hobelspänen gefüllt, auf denen sich Essigsäurebakterien festgesetzt haben, die den Abbau bewirken. Die «Reifung» des Käses, des Tabaks, von Kaffee und Tee ist ebenfalls das Werk von Gärungsbakterien. Wie die Fäulnis ist auch die *Gärung* ein Abbauvorgang, bei dem die Bakterien Energie für ihre eigenen Lebensvorgänge freisetzen. Nahrungsmittel schützen wir gegen unerwünschte Gärung und Fäulnis durch Methoden, welche die Lebensbedingungen der Bakterien verschlechtern. Im Kühlschrank hemmt die tiefe Temperatur die Entwicklung der Bakterien, wodurch die Speisen frisch bleiben. Tiefgekühlt sind sie noch länger haltbar.

Durch Dörren von Obst und Gemüse wird das Wasser entzogen, so daß nachher eine Bakterienentwicklung unmöglich ist. Durch Einsalzen (Fleisch), Einlegen in Zuckerlösungen (Früchte) oder in Essig schützt man die Nahrungsmittel ebenfalls vor der schädigenden Wirkung der Bakterien.

Beim Sterilisieren von Obst und Gemüse werden die Bakterien durch Erhitzen getötet. Der luftdichte Verschuß der Gläser und Büchsen verhindert anschließend eine neue Ansteckung.

Bakterien als Krankheitserreger

Viele Bakterien befallen Pflanzen und Tiere, verschiedene auch den Menschen und rufen Krankheiten hervor. Von kranken Menschen können Bakterien auf gesunde übertragen werden, die dann ebenfalls erkranken. Man bezeichnet diese Krankheiten deshalb als *übertragbare* oder *ansteckende Krankheiten* (Infektionskrankheiten). Sie gehörten einst zu den schlimmsten, welche die Menschen bedrohten. Im Mittelalter wurden in Europa durch eine dreijährige Pestepidemie 25 Millionen Menschen, ein Viertel der damaligen Bevölkerung, dahingerafft. Noch vor nicht langer Zeit gab es in unserem Lande viele Tuberkulosekranke, die sich jahrelang in Sanatorien aufhalten mußten. Durch die großen Fortschritte der Medizin haben die Infektionskrankheiten viel von ihrem Schrecken verloren. Vereinzelt werden aber durch den modernen schnellen Reiseverkehr in neuester Zeit wiederum ansteckende Krankheiten aus Gebieten, in denen sie nicht erloschen sind, eingeschleppt.

Tuberkulose, Starrkrampf, Lungenentzündung, Scharlach, Hirnhautentzündung, Diphtherie, Keuchhusten, Typhus, Cholera, Ruhr und Pest sind die bekanntesten durch Bakterien hervorgerufenen Krankheiten. Bakterien gelangen mit den Speisen und Getränken in unsern Verdauungskanal, mit der Atemluft in die Lunge, durch offene Wunden ins Blut. In unserem Körper finden sie gerade ideale Lebensbedingungen: konstante Temperatur von 36° bis 37° , Feuchtigkeit und als Nährboden zarte Zellgewebe. Nach der Ansteckung vermehren sie sich denn auch sehr rasch und greifen in unsern Stoffwechsel ein. Ihre Ausscheidungen vergiften unsern Körper. Der Tuberkulosebazillus zerstört sogar die zarten Gewebe der Lunge.

Unser Körper ist dagegen nicht wehrlos. Er kämpft mit allen Kräften gegen die Bakterien mit Hilfe der weißen Blutkörperchen, welche die Bakterien einschließen und auflösen, und durch Bildung von zusätzlichen Abwehrstoffen im Blut. Sind unsere Abwehrkräfte zu schwach, ist unser Leben bedroht. Der Arzt verfügt aber heute über Mittel, die *Antibiotika* (vergleiche Seite 143), die unsern Körper in der Abwehr wirksam unterstützen.

Bakterien befallen leicht Menschen, deren natürliche Abwehrkräfte durch Krankheit oder Überanstrengung geschwächt sind. Gesunde Lebensführung und Sauberkeit tragen viel zur Verhütung von Infektionskrankheiten bei. *Impfungen* bewirken in unserem Körper die Bildung zusätzlicher Abwehrstoffe des Blutes.

26.4

Begeißeltes

Stäbchenbakterium

Elektronenmikroskopische

Aufnahme, 22 000x

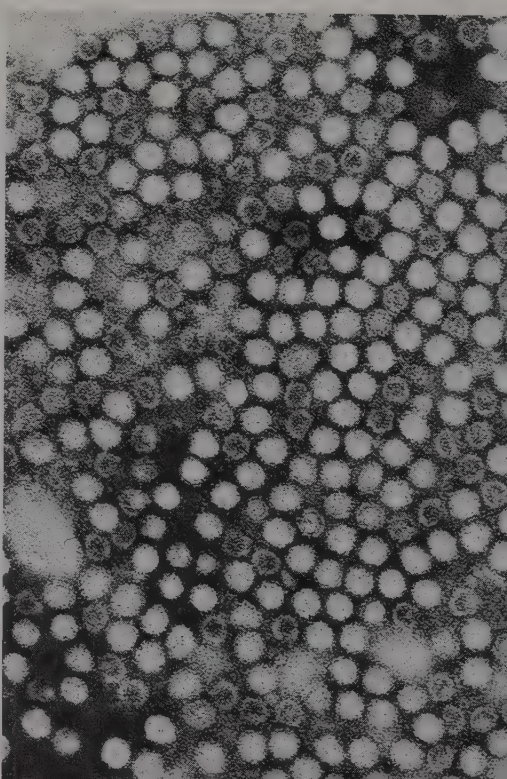


26.5

Viren; Erreger der Kinderlähmung

Elektronenmikroskopische

Aufnahme, 220 000x



Viren

Bei Masern, Grippe, Kinderlähmung, Pocken und Tollwut fand man lange Zeit die Erreger nicht. Diese Infektionskrankheiten werden nicht durch Bakterien verursacht, sondern durch *Viren* hervorgerufen. Viren sind viel kleiner als Bakterien; sie sind auch mit dem besten Lichtmikroskop nicht mehr zu sehen. Erst nach der Erfindung des Elektronenmikroskopes, das wesentlich stärker vergrößert als das Lichtmikroskop, konnten Viren photographiert werden (26.5). Viren haben die Form von Kügelchen oder Stäbchen. Es sind keine Zellen, sondern nur Eiweißkügelchen. Gelangen sie in eine Zelle, veranlassen sie diese, statt ihres eigenen Eiweißes, Viruseiweiß herzustellen. Ist die Zelle erschöpft, platzt sie und entläßt bis zu 300 neue Viren, die wieder neue Zellen befallen. Dadurch werden Zellen und Gewebe geschädigt und der Stoffwechsel gestört. Viren rufen schwere Krankheiten hervor

Viren verschonen auch die Tiere und Pflanzen nicht. Die Maul- und Klauenseuche des Viehs wird durch Viren verursacht. Meistens erfolgt die Ansteckung durch eingeführte Futtermittel. Zahlreiche Erkrankungen der Blätter von Pflanzen sind auf Viren zurückzuführen.

Viren nehmen zwischen der belebten und unbelebten Natur eine Mittelstellung ein. Sie schmarotzen ausschließlich auf Lebewesen. Bisher ist es nicht gelungen, sie auf künstlichen Nährböden zu züchten.

Merkmale der Bakterien: Bakterien sind mikroskopisch kleine einzellige Lebewesen, die sich durch Spaltung vermehren (Spaltpilze). Da sie sich nicht selbständig ernähren können, leben sie auf toten oder lebendigen organischen Stoffen. Fäulnisbakterien bauen tote Lebewesen ab. Andere Bakterien bewirken Gärungen. Infektionskrankheiten werden durch Bakterien und Viren verursacht.

27. Übersicht über das Pflanzenreich

Pflanzen zeigen wie die Tiere eine unübersehbare Fülle von Formen. Wir haben eine größere Zahl von Pflanzen und deren Formenreichtum kennengelernt. Um eine Übersicht zu gewinnen, suchen wir die Pflanzen zu ordnen. Damit wir uns nicht in Einzelheiten verlieren, haben wir in der Tabelle (27.1) nur die größten systematischen Einheiten dargestellt. Links finden sich die einfach gebauten, rechts die am höchsten entwickelten.

27.1

Sporenpflanzen oder blütenlose Pflanzen			Blütenpflanzen oder Samenpflanzen
Lagerpflanzen		Sproßpflanzen	Sproßpflanzen
Spaltalgen = Blaugüne Algen	Moospflanzen Lebermoose Laubmoose	Farnpflanzen	Nacktsamige Pflanzen
Spaltpilze = Bakterien		Bärlappgewächse	Bedecktsamige Pflanzen
		Schachtelhalme	
Algen		Farne	Zweikeimblättrige Pflanzen
Geißelträger			Einkeimblättrige Pflanzen
Kieselalgen			
Grünalgen			
Jochalgen			
Armleuchteralgen			
Braunalgen			
Rotalgen			
Pilze			
Algenpilze			
Höhere Pilze			
Flechten			

Die *Lagerpflanzen* haben weder Wurzeln, Stengel noch Blätter und auch keine Leitbündel. Ihr Körper besteht aus einer einzelnen Zelle, einem Zellfaden, einem Zellfadengeflecht, oder er kann auch flächenhaft ausgebildet sein. Sie vermehren sich ungeschlechtlich durch Sporen, geschlechtlich durch Ausbildung von Geschlechtszellen oder im einfachsten Falle durch Zweiteilung der Zelle (Spaltung, Spaltpilze). Meistens leben Lagerpflanzen im *Wasser* oder an *feuchten Standorten*.

Die *Sproßpflanzen* haben demgegenüber einen aus Stengel und Blättern aufgebauten Sproß mit einem gut ausgebildeten System von Leitbündeln. Die meisten Sproßpflanzen sind *Landpflanzen*. Sie verfügen über einen Verdunstungsschutz.

Zwischen Lagerpflanzen und Sproßpflanzen stehen die Moose. Während die Lebermoose zum Teil noch Lager ausbilden (vergl. das *Brunnenlebermoos* 23.13) weisen die Laubmoose schon Stämmchen und Blätter auf. Moose haben aber keine Wurzeln und auch keine Leitbündel. Obschon sie noch stark ans Wasser oder an feuchte Standorte gebunden sind, zählt man sie doch schon zu den Landpflanzen.

Wenn man die Eigenheiten des Baus, die Ausbildung leistungsfähiger Organe und besonders auch die Fortpflanzungsweise der Pflanzen untersucht, kann man erkennen, daß sich von den Einzellern immer besser ausgebildete und leistungsfähigere Formen bis zu den hochentwickelten Blütenpflanzen verfolgen lassen. Die letztern haben sich im Verlaufe von Jahrmillionen aus einfachern Formen entwickelt.

Die wichtigsten Zeugen dafür finden sich in den Versteinerungen, Gesteinsabdrücken und Überresten von Pflanzen, die zu jener Zeit gelebt haben, da die Gesteine gebildet worden sind. Da man durch exaktes Feststellen der Abfolge von Gesteinsschichten und durch moderne physikalisch-chemische Methoden deren Alter bestimmen kann, lassen sich auch Angaben über das erste Auftreten von einzelnen Pflanzengruppen machen. Von vielen Pflanzen, die vor sehr langer Zeit gelebt haben, wissen wir zwar nichts, weil sie entweder nicht versteinert worden sind oder weil man ihre Reste bisher nicht gefunden hat. Viele Funde belegen aber, daß die einzelnen Pflanzengruppen im Verlaufe der Erdgeschichte erst nach und nach aufgetreten sind. Die frühesten nachgewiesenen Formen sind *Algen*. Im Verlaufe von Jahrmillionen traten dann *Farnpflanzen*, später von den Blütenpflanzen die *Nacktsamigen* und nochmals nach Millionen von Jahren die *Bedecktsamigen Pflanzen* auf.

Zusammenfassung: Die Systematik, ein spezieller Zweig der Botanik, beschäftigt sich mit dem Einordnen der Pflanzen in ein System. Das Pflanzensystem vermittelt einen Überblick über den Formenreichtum und über die verwandtschaftlichen Beziehungen unter den Pflanzen. Nach der heutigen Kenntnis dieser Beziehungen und Pflanzenresten aus frühern Zeiten sind die höher entwickelten Pflanzen aus einfacher gebauten Formen hervorgegangen.

Orchideen

Die Orchideen zählen zu den hochentwickelten Pflanzen der Einkeimblättrigen. Wir kennen sie aus Blumengeschäften und Gewächshäusern der Botanischen Gärten und wissen, daß es viel Geduld, Ausdauer und Geschick braucht, um sie zum Blühen zu bringen. Viele dieser Orchideen stammen aus den Tropen, wo sie in großer Zahl und mit bezaubernden Blütenformen an Rinden der Baumstämme und auf Ästen der Bäume gedeihen.

Es mag vielleicht erstaunen, daß Orchideen auch bei uns vorkommen. Sie wurzeln im Gegensatz zu den tropischen Arten im Erdboden. Wir bewundern die Mannigfaltigkeit ihrer Blütenformen (27.2—27.5), ihre leuchtenden Farben, wir begeistern uns am süßen Duft, den viele ausströmen und können uns des seltsamen Reizes, der von ihnen ausgeht, nicht entziehen.

Da zahlreiche einheimische Orchideen durch fortgesetztes Pflücken und Ausgraben, aber auch durch Entziehen oder Verändern ihrer Standorte (Überbauung, Entwässerung, Düngung) selten geworden sind, wurden sie unter Schutz gestellt.



27.2
Rotes Waldvögelein



27.3
Helm-Orchis



27.4
Frauenschuh



27.5
Spinnenblume

Bau und Leben der Pflanzen

28. Pflanzenzellen

Pflanzen und Tiere weichen in der Gestalt weitgehend voneinander ab. Auch ihre Lebensäußerungen sind sehr verschieden. Wir bemerken, daß Pflanzen allmählich größer werden, nach dem Lichte streben, oft unerwartet aufblühen, die Blüten gegen Abend oder bei Regenwetter schließen oder daß Blätter nachts eine andere Stellung einnehmen als am Tag (Blätter des *Sauerklees* 28.1). Nur wenige Pflanzen können auf einen Reiz der Umwelt sichtbar reagieren, so etwa tropische *Mimosen*, die bei der Berührung die Blätter senken und die Fiederchen falten (28.2), die *Berberitze*, deren Staubblätter nach Berühren der Staubfäden einwärts zum Fruchtknoten klappen (28.3), fleischfressende Pflanzen, die Insekten festhalten und verdauen (*Venusfliegenfalle* 28.4) oder Pflanzen, die ihre Samen bei der leichtesten Berührung fortschleudern (vergleiche Bild 20.15).

Bei den meisten Pflanzen sind jedoch die Lebensäußerungen unauffällig, so daß wir sie kaum beachten. Wie ganz anders bei Tieren! Ihr Leben äußert sich augenfällig schon in der Bewegung und in der Art, wie sie auf Einwirkungen der Umwelt reagieren. Wie geschmeidig läuft die Hauskatze, wie flink klettert das Eichhörnchen, wie vollendet erscheint uns der Flug der Schwalben!

So verschieden indessen die Gestalt von Pflanzen und Tieren und so abweichend ihre Lebensäußerungen auch sind, haben sie doch *eines gemeinsam*: Sie sind alle aus winzig kleinen *Bausteinen*, den *Zellen*, aufgebaut. Auch der menschliche Körper besteht aus *Zellen*. Da die Zellen sehr klein sind, braucht es ein Mikroskop mit 300- bis 600 facher Vergrößerung, um sie zu sehen. Verhältnismäßig große Zellen finden sich

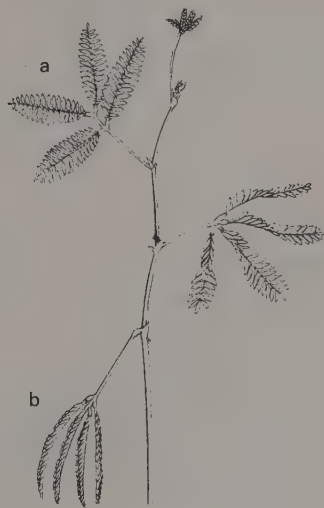


Tag

Nacht

28.1

«Schlafbewegungen» des Sauerklees



28.2

Tropische Mimose, a) Blatt in ungeritztem Zustand, b) nach Berührung

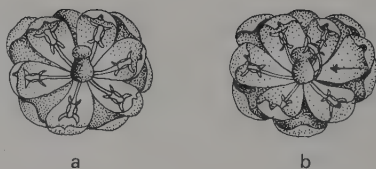
im Mark des *Holunders* und des *Sonnenblumenstengels*. Schneidet man mit einer Rasierklinge davon hauchdünne Scheibchen ab, läßt sich das feine Netz der Zellen schon mit einer Lupe gut erkennen. Als erster hat der englische Naturforscher *Robert Hooke* im Jahre 1667 mit Hilfe eines einfach gebauten Mikroskopes die Zellen des Flaschenkorks entdeckt. Er sah, daß der Kork aus vielen aneinanderliegenden Kämmerchen, die er als erster *Zellen* nannte, besteht. Es vergingen dann aber mehr als 150 Jahre, bis man über den Aufbau der Zellen Näheres erfahren konnte. Einmal mußten bessere Mikroskope geschaffen werden, die bedeutend stärker vergrößerten und klarere Bilder ergaben. Dann war es notwendig, von Pflanzenteilen möglichst dünne Schnitte anzufertigen, die für die Betrachtung im Mikroskop genügend durchsichtig waren.

Vom Aufbau der Zellen

Um über den Aufbau der Zellen mehr zu erfahren, stellen wir Präparate her. Vom Fruchtfleisch reifer Äpfel, Tomaten oder Aprikosen legen wir ein kleines Stück auf einen Objektträger und quetschen es sanft mit einem Deckgläschen (28.5).

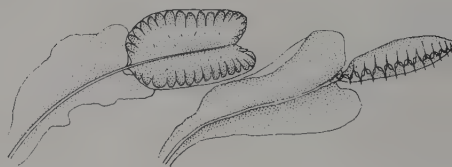
Wir lösen ferner ein kleines Stück der Haut auf der Innenseite einer Zwiebel- schale ab, legen es in einen Tropfen Wasser auf einem Objektträger und decken es mit einem Deckgläschen zu (28.6). Bei mittlerer Vergrößerung sehen wir unter dem Mikroskop den zelligen Aufbau. Beim Fruchtfleisch lösen sich die einzelnen locker aneinandergefügt Zellen voneinander (28.7), bei der Zwiebelhaut, die genau eine Zellschicht dick ist, bleiben die Zellen festgefügt und bilden ein *Gewebe* (28.9).

Eine *Zellwand* umschließt jede Zelle (28.8). Sie besteht aus *Zellulose*, welche die Pflanze selber herstellt. In der Zell-



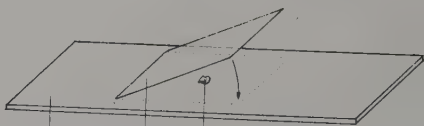
28. 3

Blüte der Berberitze, a) Staubblätter im ungereizten Zustand, b) nach Berührung



28.4

Venusfliegenfalle vor und nach dem Berühren der Tasthaare, die sich auf den Innenflächen finden (Zeichnungen nach Pflanzen des Botanischen Gartens in Bern)



Objektträger Deckglas Fruchtfleisch

28.5

Herstellen eines Quetschpräparates



28.6

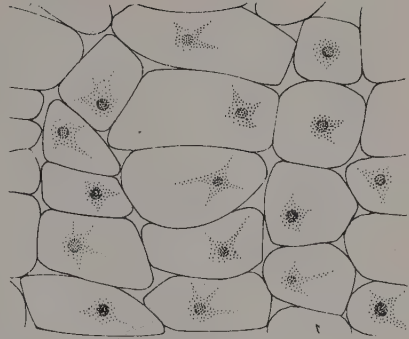
Präparieren einer Zwiebelhaut

wand drin bilden Zellulosefäden (im Lichtmikroskop nicht sichtbar) ein Geflecht, das für Wasser durchlässig ist. Die Zellen lagern in dieses Geflecht häufig Holzstoffe ein. Das macht die Zellwand hart und wasserdicht. Watte, Fließ- und Filterpapier bestehen aus fast reiner Zellulose. Der *Zellkern* hebt sich als rundes, kleines Körperchen im Zellinnern gut ab. Er läßt sich mit verschiedenen Farbstoffen leicht färben. In ihm sind die Erbanlagen verborgen, die von Generation zu Generation weitergegeben werden.

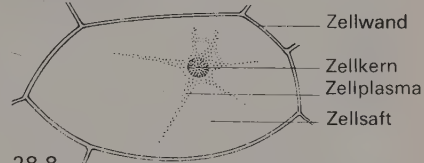
Das *Zellplasma* ist eine zarte, farblose, schleimige Masse, die der Zellwand dicht anliegt und auch den Zellkern einschließt. Häufig durchziehen Plasmastränge die lebende Zelle. Das Zellplasma besteht zu einem großen Teil aus Wasser, ferner aus *Eiweiß* und *fettartigen Stoffen*. In Zellen, die stark arbeiten, kann das Zellplasma dünnflüssig sein. In Zellen ruhender Samen enthält es nur wenig Wasser und ist zähflüssig. Sobald aber ein Same quillt (vergleiche Seite 121), wird es wiederum dünnflüssig. Der Kern enthält ähnlich wie das Zellplasma eiweißartige Stoffe, die sehr kompliziert gebaut sind.

Die Zelle lebt!

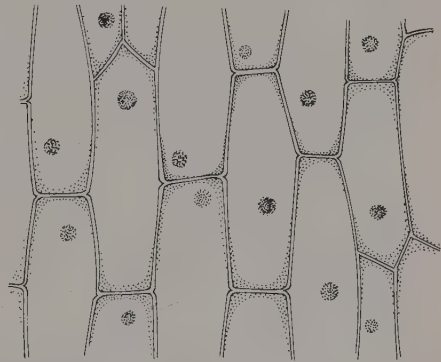
In langsam flutenden Gewässern wächst da und dort die *Wasserpest* (28.10), eine aus Nordamerika eingeschleppte Pflanze. An Zellen abgelöster Blättchen kann man in der Nähe der Blattrippen unter dem Mikroskop erkennen, wie die großen Blattgrünkörnchen der Zellwand entlang gleiten (28.11). Oft ist ihr Gleiten rasch, dann wiederum langsam. Bei benachbarten Zellen bewegen sich die Körnchen, durch die Zellwände getrennt, oft in entgegengesetzter Richtung. Der Schein trügt indessen. Die Blattgrünkörnchen können sich nicht selber bewegen. Sie werden durch das *strömende Plasma* fort-



28.7
Zellen aus dem Fruchtfleisch eines Apfels, 25x



28.8
Einzelne Zelle aus dem Fruchtfleisch eines Apfels, 50x



28.9
Zellen der Zwiebelhaut (Gewebe), ca. 100x



28.10
Wasserpestpflanze

getragen. Was wir am durchsichtigen, farblosen Plasma nur in Ausnahmefällen direkt beobachten können, wird durch die gleitenden Blattgrünkörnchen plötzlich sichtbar.

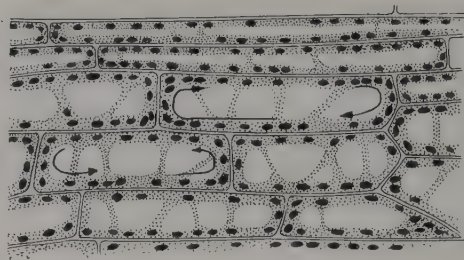
Plasmaströmungen lassen sich auch in den Zellen der Staubfadenhaare von *Tradescantia* (*Dreimasterblume*) (28.12), die häufig als Gartenschmuck gezogen wird, beobachten. In den Zellen (28.13) kreist das Plasma in lebendiger Bewegung vom Kern weg zur Zellwand, dieser entlang und wieder zurück. Das Zellplasma führt kleine Körnchen (feste Nährstoffe) mit, welche das Beobachten der Strömung erleichtern.

Die Plasmaströmung verrät, daß die Zelle lebt. Das Zellplasma muß doch ein ganz eigenartiger Stoff sein! Stirbt es ab, dann stirbt auch die Zelle, und es bleibt nur die tote Zellwand übrig.

Außer dem Plasma lebt auch der Zellkern. In den meisten Zellen merkt man zwar nichts von seiner Lebenstätigkeit. Er verharrt ruhig an der gleichen Stelle, während er vom Plasma umströmt wird. Im Augenblick aber, wo sich die Zelle teilen soll, zeigt es sich, daß auch er sehr aktiv am Leben der Zelle beteiligt ist.

Zellteilung

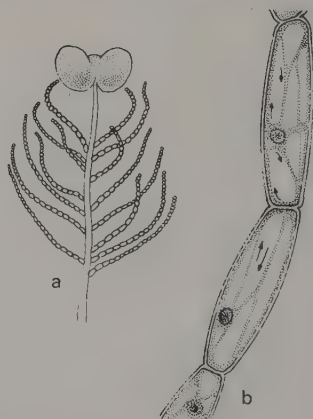
Pflanzen wachsen in den *Wurzel-* und *Stengelspitzen* (28.14). Hier entstehen durch *Teilung* neue Zellen. Die teilungsfähigen Zellen sind klein, würfelförmig und fast ganz mit Zellplasma ausgefüllt. Der eigentlichen *Zellteilung* geht die *Kernteilung* voraus (28.15). Zu Beginn der Teilung löst sich der Kern in eine bestimmte Zahl von Kernschleifen, die *Chromosomen*, auf. Es sind dies dünne, lange Fäden, die sich durch Spiralisierung bald verkürzen und dicker werden. Die Zahl der Chromosomen ist von Art zu Art verschieden:



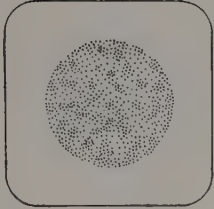
28.11
Zellen aus der Blattmitte der Wasserpfeife. Die Blattgrünkörnchen, vom Zellplasma fortgetragen, kreisen in der Zelle, 250x



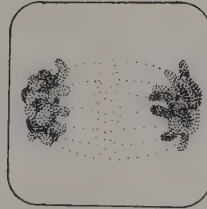
28.12
Tradescantia virginica (*Dreimasterblume*)



28.13
Tradescantia virginica
a) Staubblatt mit perlschnurförmigen Haaren, ca. 5x, b) Zellen eines Staubfadenhaares. Die Pfeile deuten die Richtung der Plasmaströmung an, ca. 100x



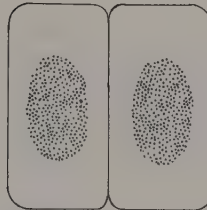
Kern der Mutterzelle



Die Tochterchromosomen bilden die beiden Tochterkerne



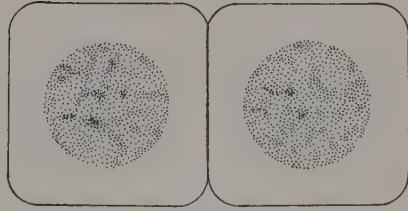
Der Kern löst sich in die einzelnen Chromosomen auf



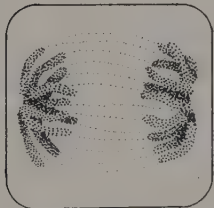
Das Zellplasma hat eine Trennwand ausgebildet, welche die Mutterzelle in zwei kleinere Tochterzellen teilt



Die Chromosomen sind der Länge nach gespalten. Die Fasern der Kernspindel heften sich an die Spalthälften



Die beiden Tochterzellen sind zur Größe der Mutterzelle herangewachsen



Die Spindelfasern ziehen die Spalthälften zu den Polen

Erbse	14	Maus	40
Küchenzwiebel	16	Mensch	46
Mais	20	Pferd	64
Eidechse	36	Hund	78

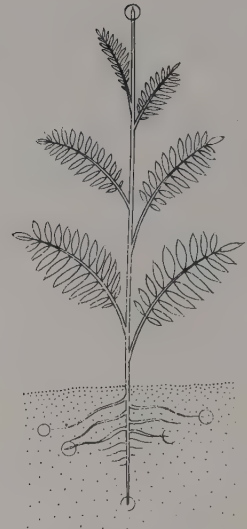
Im Verlaufe der Kernteilungen ordnen sich die Chromosomen in der Mitte der Zelle in einer Ebene an. Jetzt erkennt man deutlich, daß jedes Chromosom bereits der Länge nach in zwei Hälften gespalten ist. Durch die Fasern der Kernspindel, die sich unterdessen gebildet hat, werden nun die Spaltheilfäden der einzelnen Chromosomen zu den beiden Polen der Zelle gezogen. Die Tochterchromosomen bilden darauf die beiden neuen *Tochterkerne*. Dabei werden die Chromosomen länger und dünner, so daß man sie schließlich nicht mehr zu erkennen vermag, doch bleiben sie auch in den neuen Kernen erhalten.

Durch die Längsspaltung der Chromosomen weisen die Tochterkerne gleich viele Chromosomen wie der Kern der Mutterzelle auf. Das in den Chromosomen enthaltene Erbgut wird zu gleichen Teilen auf die Tochterkerne verteilt.

Nach der Kernteilung bildet das Zellplasma zwischen den beiden Tochterkernen eine Trennwand, welche die Mutterzelle in zwei halb so große Tochterzellen teilt. Beide Zellen können hierauf zur Größe der Mutterzelle heranwachsen und sich erneut teilen. Oft teilt sich eine Zelle innert 30 Minuten, doch kann der Teilungsvorgang auch bis zu zwei Stunden dauern.

Viele pflanzliche Zellen, die sich nicht mehr teilen, strecken sich durch enormes Wachstum. Sie erreichen dadurch ein Mehrfaches ihrer ursprünglichen Länge (28.16). Da das Zellplasma dann für die gestreckte Zelle nicht ausreicht, entstehen Hohlräume, die sofort mit Zellsaft gefüllt werden.

Wachstum der Wurzeln und Stengel kommt durch Zellteilung und Zellstreckung zustande.

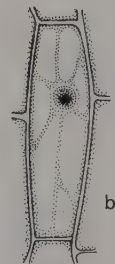


28.14

Wachstumszonen der Pflanze, schematisch



a



b

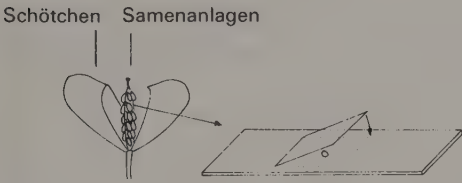
28.16

Zellstreckung; a) Teilungsfähige Zelle, b) Gestreckte Zelle

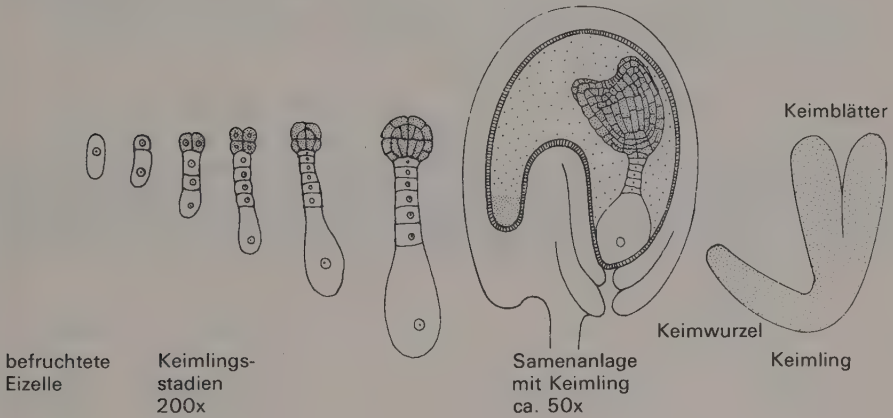
Vom einzelligen zum vielzelligen Lebewesen — Arbeitsteilung unter den Zellen

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung beginnt das Leben einer Blütenpflanze im Augenblick der Befruchtung (vergleiche Kapitel 11). In der Samenanlage verschmilzt der Pollenkern mit dem Eikern, das Plasma des Pollenschlauches vermischt sich mit dem Plasma der Eizelle.

Das neue Pflänzchen besteht also zuerst nur aus einer *einzigsten Zelle*, der *befruchteten Eizelle*. Diese beginnt sich bald zu teilen. Es entstehen zwei, dann vier, acht, sechzehn Zellen, nach kurzer Zeit sind es Hunderte. Allmählich nimmt der Keimling in der Samenanlage Gestalt an.



Herstellen des Präparates



28.17

Entwicklung des Keimlings in
Samenanlagen des Hirtentäschels

Die Entwicklung der Keimlinge läßt sich sehr schön beim *Hirtentäschel* (4.6) verfolgen. Quetscht man mit sanftem Druck reife Samen zwischen Objektträger und Deckglas, treten die Keimlinge aus. Unter dem Mikroskop lassen sie sich leicht erkennen. Bei älteren sind schon die beiden Keimblätter und die Keimwurzel zu sehen. Da beim Hirtentäschel immer ältere und jüngere Früchtchen vorhanden sind, kann man durch sorgfältiges Präparieren Keimlinge erhalten, die nur aus wenigen Zellen bestehen. Die Skizzen (28.17) vermitteln Ausschnitte aus der Entwicklungsreihe. Wenn nun Keimlinge reifer Samen schon aus Tausenden von Zellen bestehen, aus wieviel mehr Zellen muß ein ausgewachsenes Hirtentäschel aufgebaut sein! Wie groß die Zahl der Zellen einer Buche oder Weißtanne wohl sein mag?

Wie wir in den Kapiteln 25 und 26 dargestellt haben, gibt es Pflanzen, die nur aus einer einzigen Zelle bestehen. Zu ihnen zählen die Geißelträger, Bakterien, Blaualgen, Kieselalgen, zum Teil auch Grün- und Jochalgen. Beim *Grünen Augentierchen* übernimmt die einzige Zelle (25.12) alle Aufgaben. Sie sorgt für die Fortbewegung, die Nährstoffaufnahme, die Assimilation, Atmung, Ausscheidung und Fortpflanzung. Bei Blaualgen, bestimmten Geißelträgern, Kieselalgen und Grünalgen kommt es aber auch schon zur Bildung von *Kolonien*, einem losen Aneinanderhaften von Zellen, wobei die einzelnen Zellen auch wieder frei werden und als Einzeller weiterleben können.

Bei den Fadenalgen (25.10) läßt sich etwas Interessantes feststellen. Sie bestehen aus einer Zellreihe, die mit Hilfe einer verlängerten Zelle am Ufer haftet. Diese eine Zelle weist im Gegensatz zu den übrigen keinen grünen Farbstoffträger auf. Sie hat die Aufgabe des Anheftens, während die übrigen Zellen mit ihren grünen Farbstoffträgern assimilieren. Obwohl diese Fadenalgen noch sehr einfach gebaut sind, besteht bei ihnen doch schon eine *Arbeitsteilung* unter den Zellen.

Bei den hochentwickelten Blütenpflanzen, die zum größten Teil Landpflanzen sind, ist die Arbeitsteilung verbreitet. Allerdings sind es nicht Einzelzellen, denen eine bestimmte Aufgabe zukommt, sondern ganze *Zellgruppen*, *Gewebe*. Arbeitsteilung ist aber nur dann möglich, wenn die Zellen für die besondere Arbeit spezialisiert sind. Durch spezialisierte Zellen und Gewebe werden die Pflanzen sehr leistungsfähig. Davon soll in den nächsten Kapiteln die Rede sein.

Zusammenfassung: Pflanzen, Tiere und Menschen sind aus Zellen aufgebaut. Die Zelle ist die kleinste lebende Einheit. Zellen stammen nur von Zellen ab. Die Vermehrung geschieht durch Zellteilung.

29. Bau und Aufgaben der Wurzel

Die Wurzeln verankern die Pflanze fest im Boden. Sie nehmen aus der Erde Wasser auf, das gelöste Nährsalze enthält. Sie speichern Nährstoffe zum Aufbau und Unterhalt der Pflanze. Um diese drei anspruchsvollen Aufgaben erfüllen zu können, weisen sie einen besonderen Bau auf, den wir näher ansehen wollen.

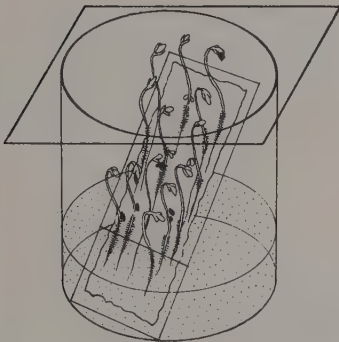
Im vorangehenden Kapitel deuteten wir an, daß durch Arbeitsteilung der Organe und Gewebe die Pflanzen sehr leistungsfähig werden. Diese Arbeitsteilung können wir bei der Wurzel gut erkennen.

Da wir beim Ausgraben leicht die feineren Teile der Wurzel zerstören, stellen wir vorerst zwei Versuche an, die uns die Wurzeln unverletzt zeigen. Wir lassen Kressesamen einige Stunden im Wasser quellen. Eine klare Glasscheibe überziehen wir mit nassem Filterpapier, geben gequollene Kressesamen darauf und stellen das Ganze in ein verschließbares Glas mit etwas Wasser (feuchte Kammer) (29.1). Beim zweiten Versuch legen wir die Samen auf feinen, feuchten Sand aus und decken die Schale mit einer Scheibe zu.

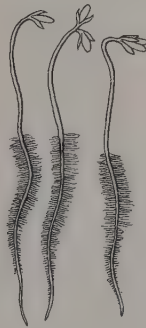
Schon am zweiten Tag erscheinen Wurzeln und Keimblätter. Die winzigen Stengel krümmen sich bald gegen das Licht. Die Pflänzchen auf dem Filterpapier weisen wenige Millimeter hinter der Wurzelspitze einen weißen Flaum feiner Wurzelhaare auf (29.2). Diese vergrößern die Oberfläche der Wurzel stark. An der trockenen Zimmerluft verlieren die Haare innert kurzer Zeit viel Wasser, so daß sie bald zusammenfallen.

Bei Kressepflänzchen, die wir behutsam vom Sand abheben, kleben viele Sandkörnchen zwischen den Wurzelhaaren (29.3). Die Pflänzchen sind durch sie schon fest mit dem Boden verwachsen.

Schnitte mikroskopischer Präparate zeigen den Bau der Wurzel. Die verschiedenen Gewebe sind in Skizze 29.4 vereinfacht wiedergegeben.



29.1
Keimende Kressesamen in der feuchten Kammer



29.2
Kressekeimlinge mit Wurzelhaaren



29.3
Kressekeimlinge mit Sandkörnchen zwischen den Wurzelhaaren

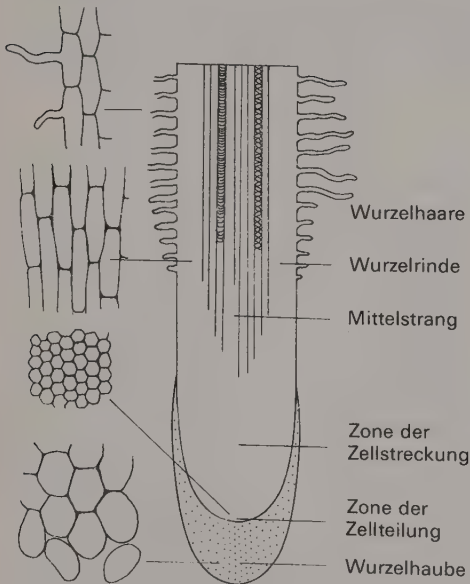
Die *Wurzelhaube* besteht aus derben Zellen, welche die Wurzel beim Vordringen in die Erde schützen. Dicht hinter der Wurzelhaube entstehen durch Teilung laufend neue, sehr zarte Zellen. In der Streckungszone wachsen die Zellen innert kurzer Zeit zur endgültigen Länge aus (vergleiche auch den Abschnitt Zellteilung Seite 164). Durch *Zellteilung* und *Zellstreckung* wächst die Wurzel und dringt immer tiefer in die Erde ein.

Hinter der Streckungszone beginnen sich die Zellen ihrer künftigen Aufgabe entsprechend zu spezialisieren. Die Zellen der Haut stülpen sich aus und bilden lange, feine Schläuchlein, die *Wurzelhaare*. Diese sterben oben bald ab, dafür entstehen unten laufend neue.

Im *Mittelstrang* werden auf den Schmalseiten der Zellen die Wände aufgelöst (29.5), wodurch lange Röhrchen, die *Gefäße*, entstehen. Sie werden durch Ringe oder Spiralen der Zellwände verstärkt.

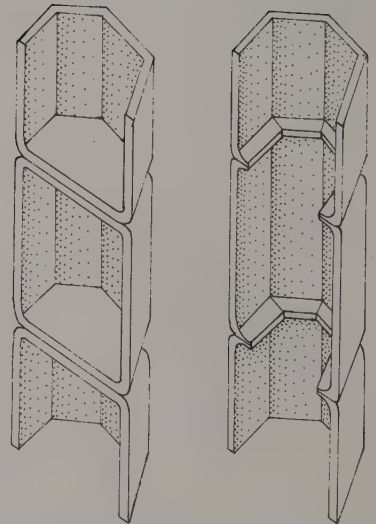
Die Wurzelhaare nehmen mit ihrer großen Oberfläche aus der Erde Wasser mit Nährsalzen auf. Die Zellen der *Wurzelrinde* saugen das Wasser weiter und führen es in die Röhrchen des *Mittelstranges*, die es dem Stengel und den Blättern zuleiten.

Einige Zellen
der Gewebe



29.4

Längsschnitt durch eine Wurzel



29.5

Bildung von Gefäßen durch Auflösen der Zellzwischenwände

Wie nimmt die Wurzel das Wasser mit den Nährsalzen auf?

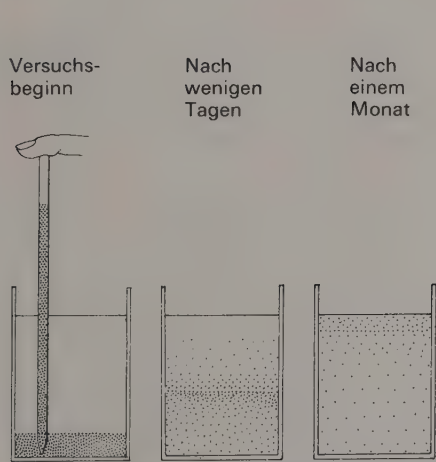
Wir sagen allgemein, die Wurzel «saugt» Wasser auf. Wie aber kann sie das? Anhand von Modellversuchen wollen wir zwei wichtige Vorgänge, die sich im Körper der Pflanzen, der Tiere und des Menschen abspielen, kennenlernen.

Diffusion

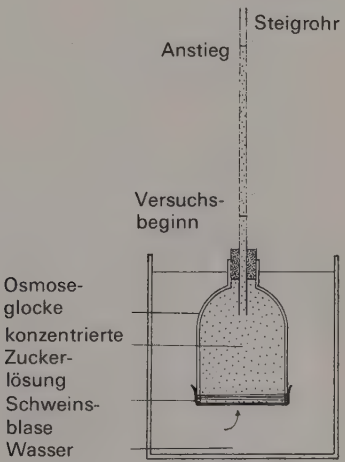
In einem Glas unterschichten wir sorgfältig Wasser mit einer Kupfersulfatlösung, die sich über dem Glasboden als blaugrünes Band abhebt (29.6). Da Kupfersulfatlösung schwerer ist als Wasser, sollten wir erwarten, daß sie im Glas immer unten lagern würde. Doch schon nach wenigen Tagen zeigt es sich, daß die Grenzfläche zwischen Lösung und Wasser höher liegt als vorher. Nach rund vier Wochen ist fast der ganze Inhalt des Glases blaugrün gefärbt. Die unsichtbaren Teilchen der Kupfersulfatlösung und des Wassers haben sich gegenseitig vollständig vermischt. Der Konzentrationsunterschied ist ausgeglichen. Dieses gegenseitige Durchdringen nennt man *Diffusion*. Diffusionsvorgänge sind in den Zellen und Geweben aller Organismen verbreitet (Atmung).

Osmose

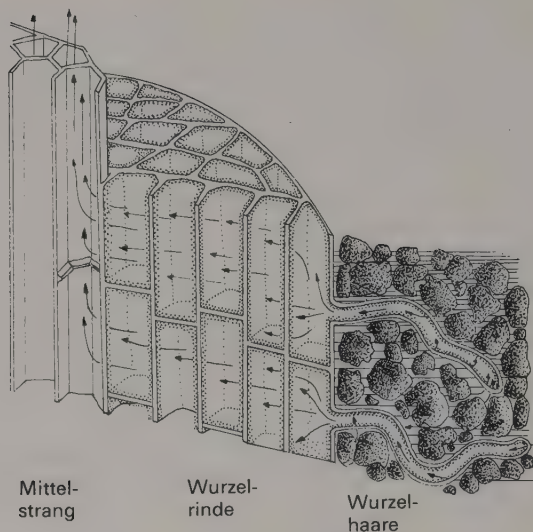
Wir verschließen eine Glasglocke unten mit einer dichten Schweinsblase und füllen sie mit einer konzentrierten, gefärbten Zucker- oder Salzlösung. In die obere Öffnung setzen wir ein mit einem Gummizapfen versehenes Glasrohr. Die Glasglocke wird hierauf in ein Becken mit Wasser gehängt (29.7). Zwischen der Lösung in der Glasglocke und dem Wasser außen im Becken herrscht ein großer Konzentrationsunterschied. Wie im Diffusionsversuch besteht das Bestreben, diesen Unterschied auszugleichen. Die Schweinsblasenhaut, die unzählige unsichtbar kleine Poren aufweist,



29.6
Versuch zur Diffusion



29.7
Osmoseversuch



29.8

Wasseraufnahme der Pflanze
durch Osmose

Mittel-
strang

Wurzel-
rinde

Wurzel-
haare

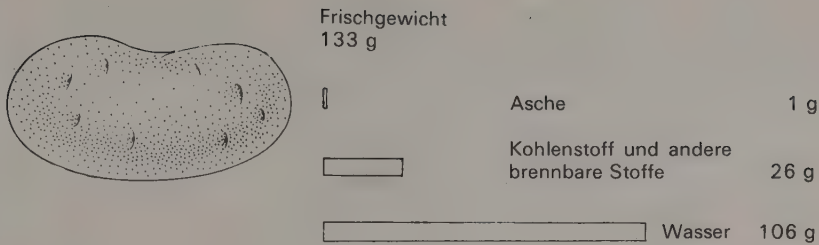
läßt die kleinen Wasserteilchen eintreten, die großen Zuckerteilchen hingegen weniger leicht austreten. Das hat zur Folge, daß durch die vielen eintretenden Wasserteilchen der Raum in der Glasglocke zu klein wird und die Lösung im Rohr zu steigen beginnt. Diesen Vorgang nennt man *Osmose*.

Osmotische Kräfte sind nun auch bei der Wasseraufnahme der Wurzelhaare wirksam (29.8). Der Zellsaft der Wurzelhaare ist durch gelösten Zucker und gelöste Salze konzentriert. Ähnlich wie die Schweinsblase im Osmoseversuch (29.7) wirkt der Plasmabelag, welcher der Zellwand anliegt, als halbdurchlässige Trennwand. Das Wasser haftet außen an den Bodenteilchen. Je konzentrierter der Zellsaft ist, desto kräftiger vermag das Wurzelhaar Wasser mit etwas Nährsalzen aus dem Boden aufzunehmen. Die benachbarten Zellen der Wurzelrinde «saugen» das Wasser osmotisch weiter nach innen. Schließlich wird es in die Leitungsröhren des Mittelstranges befördert.

Welche Stoffe nimmt die Pflanze aus dem Boden auf?

Drei einfache Versuche sollen uns vorerst Aufschluß geben, aus welchen Stoffen der pflanzliche Körper aufgebaut ist. Dann wollen wir fragen, woher diese Stoffe stammen?

- Wir wägen eine große Kartoffel (Frischgewicht) und zerschneiden sie in möglichst dünne Scheibchen, die wir an der Sonne oder auf einem Heizkörper trocknen lassen. Da sie fortwährend Wasser verlieren, werden sie leichter. Sind sie ganz zusammengeschrumpft und dürr, stellen wir das Trockengewicht fest. Der Unterschied zwischen Frisch- und Trockengewicht gibt an, wieviel Wasser die Kartoffel enthalten hat.
- Darauf geben wir trockene Kartoffelstücke in ein Reagenzglas und erhitzen über einer Gas- oder Spiritflamme (Trockendestillation). Bald entweichen braune, brennbare Dämpfe, während die Kartoffelstücke schwarz werden. Die Schwarzfärbung rührt vom *Kohlenstoff* her, der in der Kartoffel enthalten ist.
- Nun verglühen wir alle Stücke in einer Porzellanschale. Zurück bleibt *Asche*, die nicht verbrennen kann. In Skizze 29.9 finden sich die Ergebnisse zusammengestellt.



29.9
Die Stoffe einer Kartoffel

Pflanzen enthalten erstaunlich viel Wasser! Stellt man den Wassergehalt bei andern Pflanzen und auch an andern Organen fest, kommt man auf verschiedene Werte:

	Wassergehalt in % des Frischgewichtes
Gurke	95 %
Blätter des Weißen Fettkrautes	95 %
Blätter der Roßkastanie im Frühjahr	80 %
Holz der Rotbuche im Frühjahr	40 %
Weizen der vorjährigen Ernte	14 %

Nur wenn die Zellen und Gewebe des pflanzlichen Körpers genügend mit Wasser durchtränkt sind, können in ihnen die Lebensvorgänge ablaufen. Deshalb müssen Samen vor dem Keimen viel Wasser aufnehmen (Quellung!). Landpflanzen saugen das Wasser mit den Wurzelhaaren auf, untergetauchte lebende Pflanzen können es mit der ganzen Oberfläche aufnehmen.

Jede Pflanze enthält brennbare Stoffe, unter welchen der *Kohlenstoff* nie fehlt. Er ist auch am Aufbau der Tiere und des menschlichen Körpers beteiligt und bildet das *Grundelement* aller *organischen Stoffe*. Lange Zeit glaubte man, die Pflanzen verschafften sich den Kohlenstoff aus dem Boden, was aber nicht zutrifft. Der Kohlenstoff wird dem Kohlendioxid der Luft entnommen und verarbeitet. Mehr über diesen fundamentalen Vorgang findet sich in Kapitel 33.

Das kleine Aschenhäufchen schließlich besteht aus Nährsalzen, welche die Pflanze aus dem Boden aufgenommen hat. Sie sind im Boden gespeichert. Das Bodenwasser löst davon immer etwas auf. Durch die Nährsalze wird Quellwasser schmackhaft, während Regenwasser immer fade schmeckt. Landpflanzen nehmen mit den Wurzelhaaren die im Bodenwasser gelösten Nährsalze auf. Es überrascht, daß die Pflanze außer dem Wasser dem Boden mengenmäßig sehr wenig entnimmt. Die Nährsalze sind aber lebensnotwendig. Ohne sie kann die Pflanze nicht gedeihen.

Von den Nährsalzen

Welche Grundstoffe (Elemente) die Pflanze zum Leben unbedingt braucht, kann man mit Hilfe von Wasserkulturen nachweisen. Es ist eine überraschende Tatsache, daß man Pflanzen ohne Erde aufziehen kann. Löst man nämlich die in der Asche einer Pflanze enthaltenen Nährsalze in Wasser auf, findet eine junge Pflanze in dieser Nähr-

lösung alles, was sie zum Leben braucht. Mit Hilfe von Nährlösungen zieht man heute häufig Zimmerpflanzen. Aber auch in der freien Natur gibt es Pflanzen, die sich vom Boden unabhängig entwickeln, so die *Wasserlinse*, die oft größere Flächen von Teichen bedeckt (29.10).



29.10

Wasserlinse

Es gibt heute zahlreiche fertig zusammengestellte «Nährlösungen», die man entweder flüssig oder in Tablettenform kaufen kann.

Man kann aber auch selber Nährlösungen herstellen. Dazu braucht es fünf Salze. In 1 Liter destillierten Wassers löst man auf:

- 1 g Kalksalpeter
- $\frac{1}{4}$ g Schwefelsaures Magnesium
- $\frac{1}{4}$ g Phosphorsaures Kalium
- $\frac{1}{4}$ g Chlorkalium
- Einige Tropfen Eisenchloridlösung.

In diesen fünf Salzen sind außer dem Kohlenstoff, den die Pflanze aus der Luft aufnimmt, alle Grundstoffe (Elemente) enthalten, die eine Pflanze zum Leben braucht, nämlich:

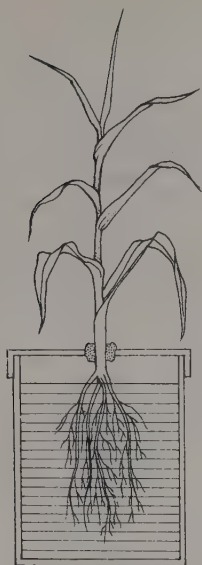
Kalzium	Phosphor	Stickstoff
Magnesium	Schwefel	Sauerstoff
Kalium		Wasserstoff
Eisen		

Durch Weglassen eines Salzes fallen ein oder mehrere Grundstoffe aus. Man kann dann prüfen, welche Auswirkungen dies auf die Pflanze hat.

Wir setzen in fünf Gläsern, die wir mit schwarzem Papier umwickelt haben, Nährlösungen an. Ins erste Glas geben wir vollständige Nährlösung, ins zweite nur Leitungswasser, beim dritten geben wir die Hälfte des stickstoffhaltigen Salzes (Kalksalpeter), beim vierten lassen wir dieses überhaupt weg, während wir beim fünften die Eisenchloridlösung auslassen.

Aus gezogenen Mais- oder Bohnenkeimlingen wählen wir fünf ungefähr gleich große Pflanzen aus und waschen ihre Wurzeln. Nachdem wir die jungen Pflanzen während eines Tages in Leitungswasser gehalten haben, setzen wir sie mit Watte in einen mit einer Bohrung versehenen Deckel ein und stellen sie in die Nährlösung (29.11). Anhand von Längenmessungen halten wir die Entwicklung fest.

Schon nach zwei bis drei Wochen zeigen sich Unterschiede. Während sich die Pflanze der vollständigen Nährlösung kräftig entwickelt und im günstigsten Fall nach zwei bis drei Monaten blüht, bleiben die Pflanzen ohne oder mit zu geringer Stickstoffgabe im Wachstum deutlich zurück. Die Pflanze im Leitungswasser entwickelt sich vorerst gut, beginnt dann aber bald zu hungern, da die spärlichen Nährsalze rasch aufgebraucht sind. Trotz ihres üppig entwickelten Wurzelsystems geht sie bald ein. Die



29.11
Nährlösungsversuch
mit Maispflanzen

Pflanze in der Nährlösung ohne Eisen wird allmählich gelb; denn ohne Eisen kann sie kein Blattgrün bilden. Vielleicht gelingt es uns, sie durch Zugabe einiger Tropfen Eisenchloridlösung zu retten.

Ergebnisse der Nährlösungsversuche:

- Die Pflanze braucht zu ihrer Entwicklung Wasser mit gelösten Nährsalzen. Diese müssen neun Grundstoffe (Elemente) enthalten.
- Das Wachstum der Pflanze richtet sich nach jenem Grundstoff, der in der kleinsten Menge vorhanden ist.
- Ohne Eisen kann die Pflanze kein Blattgrün bilden.
- Die von der Pflanze aufgenommenen Mengen von Nährsalzen sind sehr gering. Sie reichen neben dem Wasser nicht zum Aufbau des pflanzlichen Körpers aus. Der mengenmäßig bedeutendste Grundstoff ist der Kohlenstoff, den die Pflanze aus der Luft aufnimmt. Damit erhöht sich die Zahl der zum Leben der Pflanze notwendigen Grundstoffe auf zehn.

Düngung

Im Wald bauen Pilze und Bakterien vermoderndes Laub und tote Pflanzen und Tiere ab. Die darin enthaltenen Nährsalze werden wieder dem Boden zugeführt und können erneut aufgenommen werden. Anders beim Ackerland! Eine Hektare Weizen ergibt pro Jahr durchschnittlich 30 bis 40 q Körner. Bei den Kartoffeln rechnet man mit einem durchschnittlichen Ertrag von 300 q pro Hektare. Körner und Kartoffeln werden vom Felde geführt, das Stroh wird im Stall als Streue verwendet. Zum Aufbau dieser Mengen haben die Pflanzen während eines Sommers große Nährsalzmengen, die sie dem Boden entzogen haben, eingelagert. Durch die Ernte gehen ihm diese

wertvollen Stoffe verloren. Wohl löst das Regenwasser aus den großen Bodenvorräten erneut Nährsalze auf, aber mit der Zeit verarmt der Ackerboden doch. Dementsprechend gehen dann auch die Erträge zurück.

Die aus dem Boden gewonnenen Stoffe müssen durch Düngung ersetzt werden. Der beste Dünger ist Stallmist. Er enthält viel Stickstoff, Phosphor und Kali, wird bei der Verrottung zu Humus und verbessert die Erde. Vielfach reicht aber der zur Verfügung stehende Mist nicht aus. Deshalb greifen Bauern, Gärtner und Pflanze zum Kunstdünger, der von den chemischen Fabriken angeboten wird, und steigern damit ihre Erträge.

Die Düngung richtet sich nach dem Boden und den darauf kultivierten Pflanzen. Nicht jede Pflanze braucht von jedem Grundstoff gleich viel. Die Pflanzen wählen sich vielmehr die Stoffe in einem ihnen zusagenden Verhältnis aus. Sie besitzen ein *Wahlvermögen*.

Stickstoffdünger fördert die Blattbildung, läßt die Pflanzen üppig gedeihen und ist für die Eiweißbildung unerläßlich. Natürlicher Stickstoffdünger ist Chilesalpeter, der in Chile gegraben wird. Die chemischen Fabriken stellen Stickstoffdünger aber auch künstlich aus Luftstickstoff her. Schmetterlingsblütler enthalten in ihren Wurzelknöllchen Bakterien, die den Luftstickstoff zu binden vermögen (vergleiche 12.1, Zaunwicke). Durch Anpflanzen von Klee, Erbsen und Bohnen erzielt man eine natürliche Stickstoffdüngung.

Phosphordünger fördert die Blüten- und Fruchtbildung. Thomasmehl und Superphosphat sind künstliche, Knochenmehl und Hornspäne natürliche Phosphordünger.

Kalidünger sind besonders für leichte, sandige Böden erforderlich. Die meisten Pflanzen brauchen viel Kali.

Kalkdünger muß überall dort gestreut werden, wo der Kalk vom Wasser aus dem Boden gewaschen wurde oder wo er im Gestein nur in geringen Mengen vorkommt. Kalkarme, sandige oder moorige Böden verlangen viel Kalk.

Zusammenfassung: Die Wurzel wächst durch Zellteilung und Zellstreckung. Die Wurzelhaare nehmen das Wasser mit den darin gelösten Nährsalzen durch Osmose aus dem Boden auf. Die Zellen der Wurzelrinde leiten es dem Mittelstrang zu.

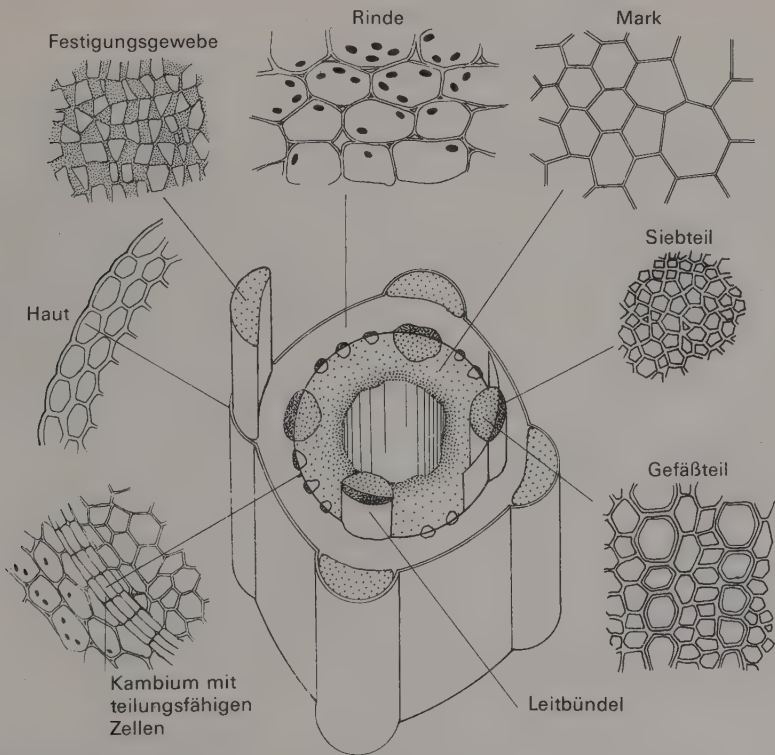
Zur Entwicklung braucht die Pflanze zehn Grundstoffe, von denen sie neun den Nährsalzen des Bodens entnimmt. Der zehnte, der Kohlenstoff, stammt aus dem Kohlendioxid der Luft. Durch Düngung werden die dem Boden entzogenen Nährsalze ersetzt.

30. Stengel und Stamm als leitende Organe

Der Stengel trägt die Blätter. Sie sind so gestellt, daß Sonnenlicht und Luft genügend Zutritt haben. Durch den Stengel wird den Blättern Wasser mit gelösten Nährsalzen zugeführt. Nährstoffe, die in den Blättern gebildet worden sind, gelangen durch den Stengel zu den Speicherorganen oder zu jenen Pflanzenteilen, die sie brauchen. Stellt man blühende *Margriten* oder weiße *Astern* in verdünnte rote Tinte, kann man nach einiger Zeit feststellen, daß sich das feine Adernetz der Blüten rötlich verfärbt. Von den Wurzeln bis zu den äußersten Blüten des Körbchens muß also ein zusammenhängendes Leitungssystem bestehen. Bei den durchscheinenden Stengeln der *Balsamine* oder des *Springkrautes* kann man die *Leitbündel* sogar sehen. Stellt man auch diese Pflanzen in verdünnte rote Tinte, färben sich die Leitbündel ebenfalls rötlich. Dies zeigt, daß das Wasser nicht durch den ganzen Stengel, sondern nur in den dafür spezialisierten *Leitbündeln* aufsteigt. Wie bei der Wurzel besteht auch zwischen den Geweben des Stengels eine Arbeitsteilung.

Bau des Stengels

Anhand eines Schnittes durch den Stengel der *Gefleckten Taubnessel* (7.1) oder der *Goldnessel* (7.6) wollen wir einen Überblick über seinen Aufbau gewinnen. In Skizze 30.1 sind die Verhältnisse vereinfacht dargestellt. Ausschnitte der einzelnen Gewebe sind außerhalb der Übersichtsskizze stark vergrößert wiedergegeben.

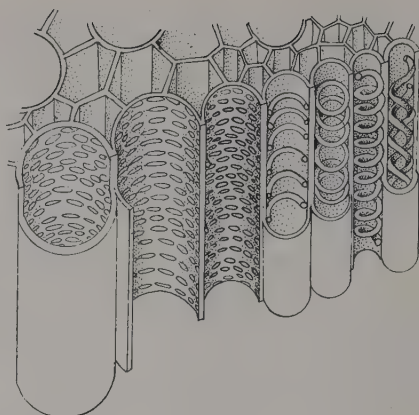


30.1
Schnitt durch einen Stengel
der Goldnessel

Die *Haut* besteht aus einer einzelnen Lage von Zellen. Sie schützt den Stengel vor Verletzungen und hemmt das Eindringen von Bakterien und Pilzen. Die Haut schützt die innern Gewebe vor dem Austrocknen.

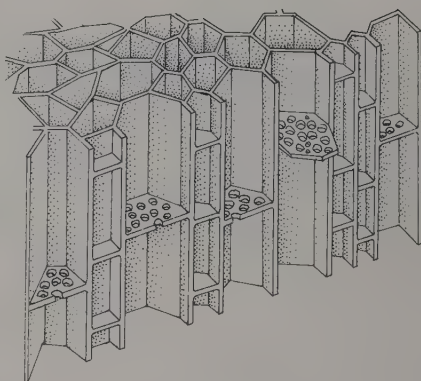
Die *Rinde* wird aus großen dünnwandigen Zellen gebildet. Viele enthalten Blattgrünkörnchen und können daher assimilieren. In den verstärkten Kanten findet sich *Festigungsgewebe*. Es besteht aus langen, stark verholzten Faserzellen, deren Wände verdickt sind. Sie verleihen dem Stengel Halt und Festigkeit. Innen liegen die *großen Markzellen*, die hier aber den Stengel nicht ganz ausfüllen. Sie speichern Nährstoffe.

Innerhalb der verstärkten Kanten liegt je ein großes *Leitbündel*, daneben finden sich noch kleinere. Jedes Leitbündel besteht aus einem *Gefäßteil* (Holzteil) und einem *Siebteil*. Der Gefäßteil grenzt ans Mark, der Siebteil an die Rinde. Der Gefäßteil enthält «Röhren» (Gefäße), die bei Bäumen oft mehrere Meter lang werden können. Sie sind aus senkrecht übereinander stehenden Zellen entstanden, deren waagrechte Wände aufgelöst worden sind (vergleiche 29.5). Diese Zellen, deren Plasma abgestorben ist, haben stark verholzte Wände, die durch ring- oder spiralförmige Verdickungen verstärkt sind (30.2). In diesen Gefäßen steigt das Wasser von den Wurzeln durch den Stengel bis zu den feinsten Blättäderchen auf. Die «Röhren» des Siebteils bestehen aus lebenden, langgestreckten Zellen. Die waagrechten Wände dieser Zellen sind jedoch nicht aufgelöst wie bei den Gefäßen, sondern nur siebartig durchlöchert (30.3). Die *Siebplatten* lassen die gelösten Stoffe ungehindert von Siebzelle zu Siebzelle fließen. Je nach Entwicklung der Pflanze leiten die *Siebröhren* den in den Blättern gebildeten Zuckersaft dorthin, wo er gebraucht wird: zu den Wachstumszonen des Stengels und der Wurzeln, den reifen-



30.2

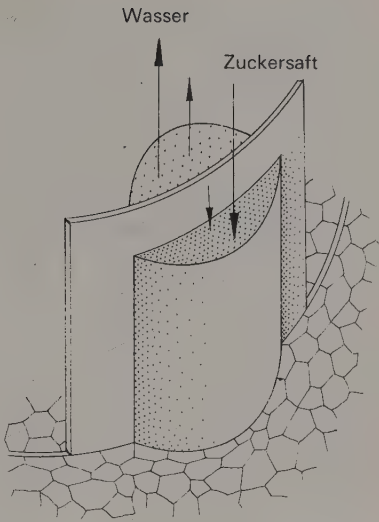
Gefäße eines Leitbündels mit ring- und spiralförmigen Wandverstärkungen



30.3

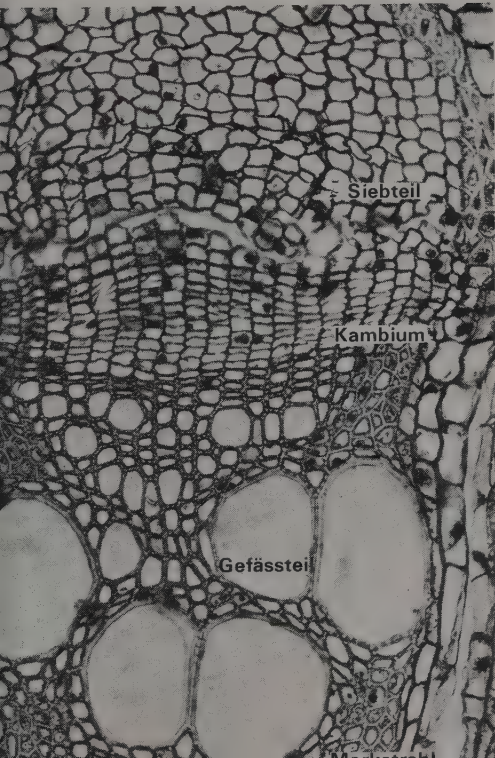
Siebröhren eines Leitbündels mit Siebplatten. (Der Zellinhalt wurde bei der Darstellung weggelassen.)

den Früchten, ins Mark oder zu den Speichergeweben der Wurzeln. Die Leitbündel dienen der Wasser- und Nährstoffleitung. Dabei bewegen sich der aufsteigende Wasserstrom im Holzteil und der meistens abwärts fließende Zuckersaft im Siebteil in entgegengesetzter Richtung (30.4). In allen Leitbündeln sind Holzteil und Siebteil durch eine dünne Zellschicht, das *Kambium*, getrennt. Seine Zellen behalten die Teilungsfähigkeit bei. An Schnitten durch den Stengel der *Waldrebe* (30.5) lassen sich die Leitbündel, das ringförmige Kambium wie auch die *Markstrahlen*, welche die Verbindung zwischen Mark und Rinde herstellen, gut erkennen. Von der Tätigkeit des Kambiums soll im folgenden Abschnitt die Rede sein.

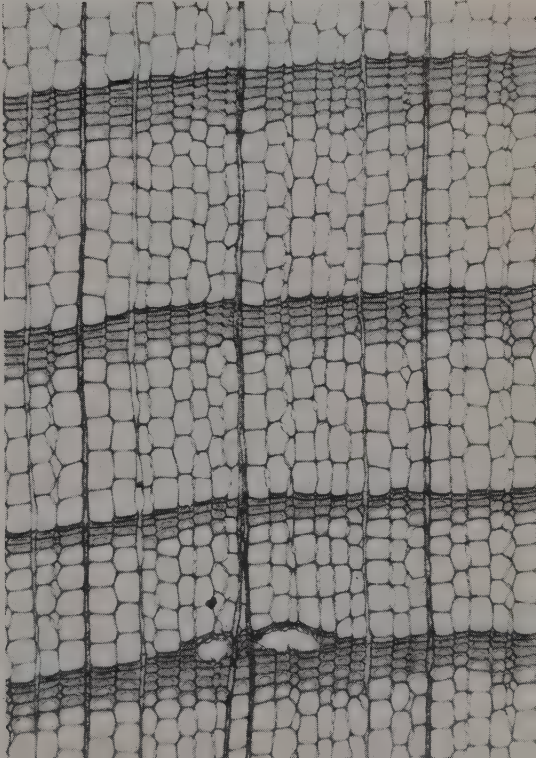


30.4
Wasser- und Nährstoffleitung in einem Leitbündel, schematisch

30.5
Schnitt durch einen Stengel der Waldrebe (Ausschnitt), 75x



30.6
Schnitt durch Lärchenholz
Die Jahrringe heben sich deutlich ab, 75x



Das Dickenwachstum des Stammes

Die Stengelspitze einer Blütenpflanze hat die Form eines Kegels. Hier entstehen wie bei der Wurzel durch fortgesetzte Teilungen neue Zellen. Hinter der Teilungszone folgt eine Streckungszone, in der die Länge der neu gebildeten Zellen beträchtlich zunimmt. Unterhalb der Streckungszone beginnen sich die Zellen ihrer künftigen Aufgabe entsprechend zu spezialisieren. Dadurch entstehen die im vorangehenden Abschnitt beschriebenen Gewebe des Stengels. Wie die Wurzel wachsen auch Stengel und Stamm durch *Zellteilung* und *Zellstreckung*. Da Sträucher und Bäume jedes Jahr größer werden, müssen sie auch in die Dicke wachsen. Der Kambiumring bildet nun vom Frühjahr bis zum Herbst nach außen Siebröhren- und Bastzellen (Festigungsgewebe), nach innen Holz- und zwischen den Leitbündeln Markzellen (Markstrahlen). Durch die Tätigkeit des Kambiums wächst der Stamm in die Dicke.

Im Frühjahr löst sich die Rinde deshalb so leicht vom Holz, weil das Kambiumgewebe sehr saftig ist. In dieser Zeit bildet das Kambium nach innen große dünnwandige Holzzellen, im Sommer und Herbst dagegen nur noch kleinere und dickwandige. Durch diesen *Wechsel* von lockerem Frühjahrsholz und dichterem Herbstholz entstehen die *Jahrringe* (30.6). Im Winter ruht das Kambium.

Nach außen ist das Kambium durch Rinde und Borke gut geschützt. Die Borke besteht aus abgestorbenem Rindengewebe mit Korkschichten. Durch die vom Kambium nach innen und außen gebildeten Zellen entsteht ein Druck, der den starren Borkenmantel sprengt. Auf diese Weise bilden sich die Risse in der Borke.

Die Korceiche bildet besonders reichlich Korkschichten aus. Die Bäume werden alle zehn Jahre zur Korkgewinnung entrindet, wodurch die Stämme zu neuer Korkbildung veranlaßt werden.

Zusammenfassung: Zwischen den Zellgeweben der Stengel und Stämme besteht Arbeitsteilung. Das Kambium ist ein *Bildungsgewebe*, das dem Dickenwachstum dient. Holz und Bast sind *Stütz- und Festigungsgewebe*, Borke mit Kork- und Bastfasern *Schutzgewebe*. Die Leitbündel dienen der *Wasser- und der Nährstoffleitung*. Das Mark ist ein *Speichergewebe*.

31. Das Blatt

Die Pflanze vergrößert durch die Blätter ihre Oberfläche. Mit Hilfe der Blätter assimiliert und atmet sie. Ihren Wasserhaushalt reguliert sie ebenfalls durch die Blätter.

Das einschichtige Moosblatt

Stellt man Stengelchen eines *Sternmooses* (23.8) in einer Schale Wasser frei auf, kräuseln sich die zarten Blättchen bald und welken. Bedeckt man die Pflänzchen mit einer Glasglocke, strecken sich die Blättchen in der feuchten Luft bald wieder und sehen frisch aus. Die Blättchen sind mit Ausnahme der Mittelrippe einschichtig und eignen sich daher ausgezeichnet zum Mikroskopieren. Die flachen Zellen, die mit Blattgrünkörnchen gefüllt sind, verlieren ihr Wasser leicht an die Luft, nehmen es aber ebenso leicht flüßig oder dampfförmig wieder auf (31.1). Die mehrschichtige Blattrippe dient dem Blatt nur als Stütze und vermag ihm nicht oder nur sehr langsam Wasser zuzuführen, da das Leistungssystem der Moose unvollkommen ist. Deshalb gedeihen viele Moose nur an luftfeuchten Standorten.

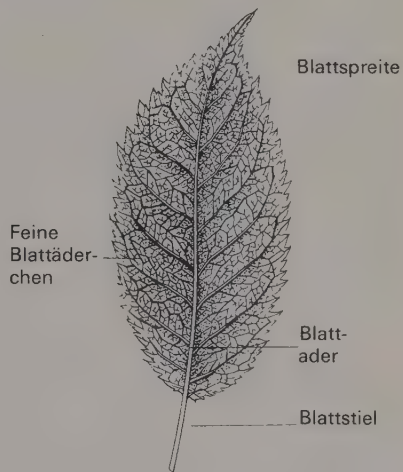
Das mehrschichtige Blatt

Die Blätter der Landpflanzen sind leistungsfähiger als jene der Moose; denn Landpflanzen sind häufig der Gefahr ausgesetzt, zuviel Wasser zu verlieren. Beim Betrachten eines Kirschbaumblattes fällt uns das fein verästelte Adernetz auf. Von der Mittelrippe weg führen immer feiner sich verzweigende Adern fast bis zum Blattrand (31.2). Schon das Adernetz zeigt, daß die Wasserzufuhr viel besser sein muß als bei den Moosen.

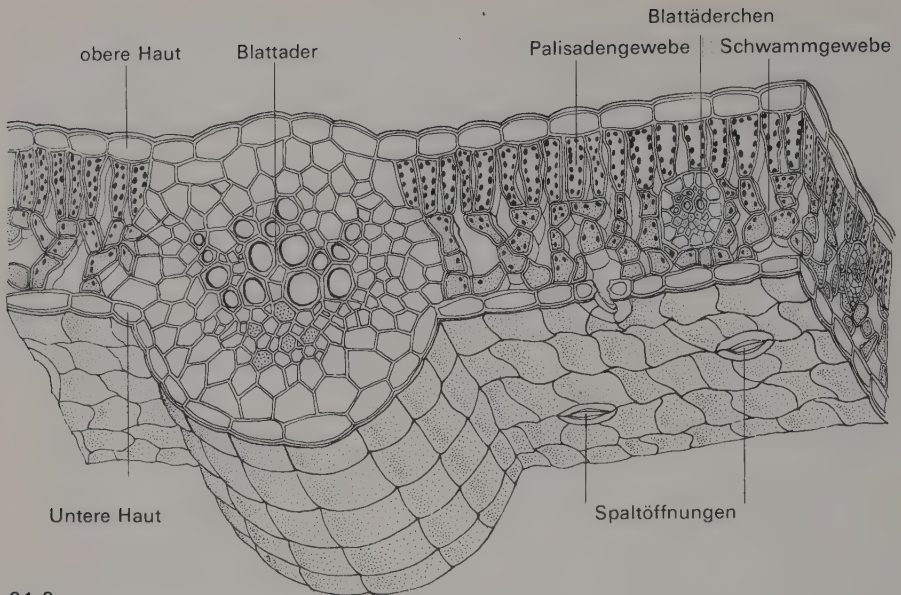
An Schnitten durch Blätter des *Kirschlorbeers* oder der *Stinkenden Nieswurz* läßt sich der Aufbau gut erkennen. Das Blatt ist auf beiden Seiten von einer einschichtigen *Haut* umgeben (31.3). Ihre Zellen besitzen verdickte Außenwände, die zudem noch



31.1
Sternmoos, a) natürliche Grösse,
b) Blattspitze, ca. 20x, c) Zellen am
Blattrand mit Blattgrünkörnchen,



31.2
Kirschbaumblatt, Aderung



31.3

Blattausschnitt, halbschematisch, ca. 300x

von einer wasserabstoßenden Schicht überzogen sind. Die Haut schützt die zarten innern Teile des Blattes vor Verletzung und Austrocknen. Unter der Haut der Blattoberseite stehen langgestreckte Zellen, die reichlich Blattgrünkörnchen enthalten. Da dieses Gewebe einem Palisadenzaun ähnelt, nennt man es *Palisadengewebe*. Die Zellen sind locker angeordnet, so daß mit Luft gefüllte schmale Zwischenräume entstehen. Da sich die Palisadenschicht dicht unter der obern Haut befindet, erhält sie sehr viel Sonnenlicht. Hier findet zur Hauptsache die Assimilation des Kohlenstoffes statt.

Die locker gefügten Zellen unter der Palisadenschicht bilden das *Schwammgewebe*. Zwischen den Zellen finden sich große luftgefüllte Zwischenräume. Die Zellen der Schwammschicht können ebenfalls assimilieren, doch enthalten sie weniger Blattgrünkörnchen als die Palisadenzellen und erhalten auch weniger Licht. Das Schwammgewebe dient vor allem der Durchlüftung.

Die Haut der Blattunterseite ist mit *Spaltöffnungen* durchsetzt. Mit ihnen reguliert die Pflanze die Wasserverdunstung und den Gasaustausch.

Die Blattadern geben dem Blatt Halt, leiten ihm durch Gefäße Wasser zu und führen den Zuckersaft weg. Nicht jede Zelle des Blattes steht in Verbindung mit einem Äderchen. Da das Adernetz aber sehr dicht ist, hat das Wasser meistens nur wenige Zellen zu durchdringen, um zu einer bestimmten Blattzelle zu gelangen.

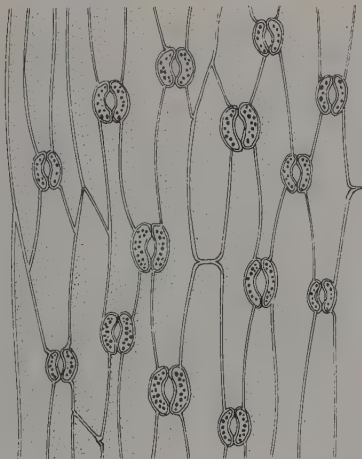
Die Spaltöffnungen

Die dichte Haut des Blattes schließt die innern Gewebe vollständig von der Umwelt ab. Sollen diese Gewebe aber assimilieren und atmen können, muß die Luft von außen unbedingt Zutritt haben. Zudem müssen die Blätter Wasser, das sie nicht brauchen, in Form von Wasserdampf an die Luft abgeben können. Die Spaltöffnungen ermöglichen beide Vorgänge: den Gasaustausch und die regulierte Verdunstung.

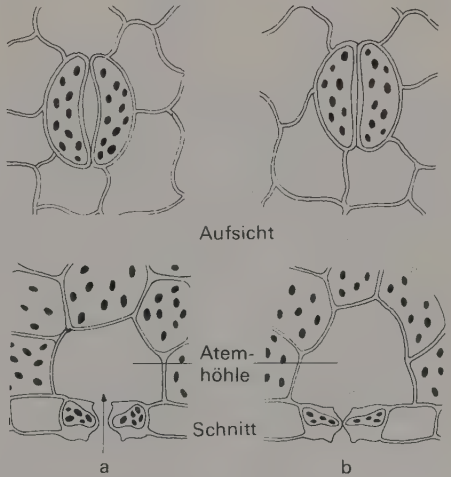
Bei *Schwertlilien*, *Tradeskantien*, *Kohl* und vielen andern Pflanzen lassen sich durchsichtige, einschichtige Hautstücklein leicht abziehen und unter dem Mikroskop betrachten (31.4). Meistens findet man die Spaltöffnungen auf der Unterseite der Blätter, bei Gräsern und *Schwertlilien* auf beiden, bei *Seerosen* und andern Schwimmblattpflanzen auf der Blattoberseite. Jede Spalte liegt zwischen zwei bohnenförmigen *Schließzellen*. Diese enthalten als einzige Zellen der Haut Blattgrünkörnchen. Sie haben die Fähigkeit, ihre Gestalt zu verändern. Wenn sie sich mit Wasser der angrenzenden Zellen vollsaugen, werden sie prall und krümmen sich, wobei sich die Spalte öffnet. Jetzt kann Wasserdampf aus dem Blattinnern entweichen; anderseits hat die Luft ungehindert Zutritt zu den innern Geweben. Geben die beiden Schließzellen Wasser an die Nebenzellen ab, erschaffen sie; die Spalte schließt sich (31.5). Jedes Blatt weist sehr viele Spaltöffnungen auf. Pro mm² Oberfläche hat man folgende Zahlen festgestellt:

	Blattoberseite	Blattunterseite
Apfelbaum	0	250
Mais	95	160
Erbse	100	220
Sonnenblume	120	180

Mit Hilfe der vielen Spaltöffnungen reguliert das Blatt die Wasserverdunstung. Bei heißem, trockenem Wetter schließt es die Spalten, ebenso in der Nacht. Bei luftfeuchter Witterung stehen die Spalten tagsüber weit offen.



31.4
Blatthautzellen der Schwertlilie mit
Spaltöffnungen, 250x



31.5
Spaltöffnungen: Öffnen und
Schließen der Spalten, 250 x
a) offen, b) geschlossen

Zusammenfassung: Blätter von Blütenpflanzen lassen eine Arbeitsteilung erkennen: Die Haut schützt die zarten Gewebe im Innern des Blattes. Die Palisadenzellen assimilieren. Die Schwammschicht dient der Aufnahme von Luft und der Abgabe von Wasserdampf. Die Spaltöffnungen ermöglichen den Gasaustausch und die regulierte Verdunstung.

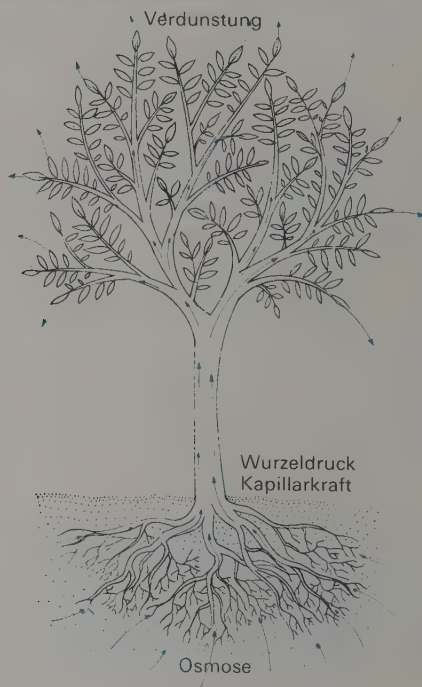
32. Vom Wasserhaushalt der Pflanzen

Die Pflanze braucht das Wasser, um alle Gewebe zu durchtränken und um körpereigene Stoffe aufzubauen. Mit dem Wasser gewinnt sie aus dem Boden die Nährsalze. Vom aufgenommenen Wasser bleibt nur ein verschwindend kleiner Teil in der Pflanze; 98 % oder mehr geben die Blätter durch Verdunstung an die Luft wieder ab (32.4).

Nachdem wir Einblicke in den Bau der Wurzel, des Stengels und des Blattes gewonnen haben, ist es uns jetzt möglich, den Weg des Wassers in der Pflanze zu verfolgen. Die Wurzelhaare nehmen das Wasser durch Osmose auf (vergleiche Seite 170). Die Zellen der Wurzelrinde saugen es weiter und führen es dem Mittelstrang zu. Hier steigt es in den verholzten Gefäßen der Leitbündel durch den Stengel in die Blätter hinauf, wo es sich in den immer feiner werdenden Blattäderchen verteilt und in die Blattzellen eindringt. Von den Blattzellen gelangt das Wasser in die luftgefüllten Zwischenräume der Schwammschicht und verdunstet durch die Spaltöffnungen. Wie die Zellen der Blätter werden auch die Zellen der Wurzeln und des Stengels von Wasser durchtränkt. Das Leitungssystem der Pflanze muß doch ein Wunderwerk sein. Durch unzählige Stränge und Verästelungen werden auch die entfernter liegenden Zellgruppen mit Wasser versorgt.

Die Geschwindigkeit des in den Gefäßen eines Stammes aufsteigenden Wassers ist oft beträchtlich. Sie beträgt bei Eichen, Ulmen, Eschen und Robinien zeitweise bis zu 40 cm pro Minute.

Wie ist es nun aber möglich, daß das Wasser bis in die Kronen unserer höchsten Nadelbäume aufsteigen kann, sind sie doch 50 bis 60 m hoch? Bei den Mammutbäumen Nordamerikas muß es sogar 95 m, bei Eukalyptusbäumen Australiens bis zu 110 m gehoben werden! Welche Kräfte sind hier wirksam?



32.4

Wasserhaushalt der Pflanze
schematisch (Zusammenfassung)



32.5

Blutorter Storchenschnabel mit stark geteilten Blättern

32.7

Blauer-Lattich; die Blattflächen sind durch eine Drehung senkrecht gestellt



32.6

Schaf-Schwingel mit borstenförmigen Blättern

32.8

Immergrüne Bärentraube mit Lederblättern



Osmose

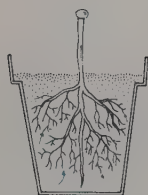
Durch Osmose gelangt das Wasser aus der Erde in die Wurzelhaare und in die Zellen der Wurzelrinde. Ebenso wird Wasser in den Geweben osmotisch von Zelle zu Zelle gezogen.

Wurzeldruck

Zurückgeschnittene Reben und andere Holzpflanzen «bluten» im Frühjahr. Wenn wir im Sommer Stengel von Bohnen, Sonnenblumen, Dahlien oder Balsaminen knapp über dem Boden durchschneiden, pressen sie während längerer Zeit aus der Schnittfläche grosse Wassertropfen aus (32.1), eine Folge des *Wurzeldruckes*. Wie es der Pflanze gelingt, das aufgenommene Wasser ein Stück weit in den Stengel hinaufzupressen, weiß man nicht. Der Wurzeldruck ist vor allem im Frühjahr und Frühsommer besonders stark.

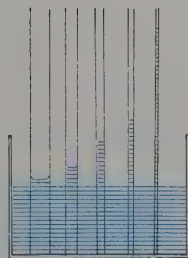
Kapillarkraft

Taucht man sehr dünne Glasröhrchen in gefärbtes Wasser ein, kann man beobachten, daß es in den Röhrchen über den Wasserspiegel hinauf ansteigt (32.2). Je feiner die Röhrchen, umso höher der Anstieg. Die Kraft, die das Ansteigen bewirkt, nennt man *Kapillarkraft*. Die wasserleitenden Gefäße im Holzteil der Leitbündel von Pflanzen sind ebenso fein wie die Röhrchen unseres Versuches. Kapillarkräfte heben auch in ihnen das Wasser ein kleines Stück weit empor.



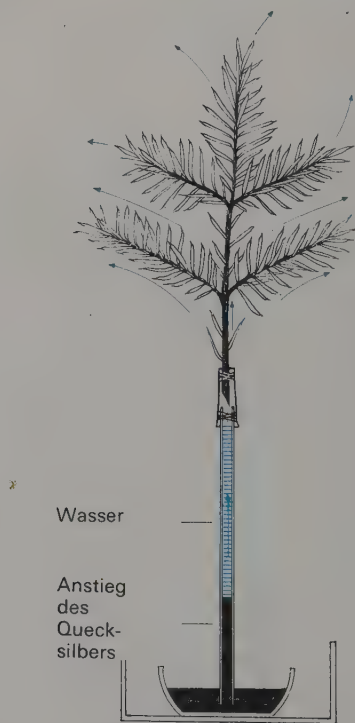
32.1

*Wurzeldruck bei der Bohnenpflanze.
Aus der Schnittfläche wird Tropfen
um Tropfen ausgepresst*



32.2

*Kapillarkraft; das Wasser steigt in
den Röhrchen über den Wasserspiegel an*



32.3

*Verdunstungsversuch mit einem
Eibenzweig*

Osmose, Wurzeldruck und Kapillarkraft würden aber niemals ausreichen, um das Wasser bis in die höchsten Wipfel der Bäume zu heben. Es muß vom Blattwerk her kräftig emporgesogen werden. Dies geschieht durch

Verdunstung

Durch die unzähligen Spaltöffnungen wird Wasserdampf an die Luft abgegeben. Den durch die *Verdunstung* der Blätter bewirkten Wasseranstieg im Stamm oder Stengel kann man durch folgenden Versuch eindrücklich zeigen:

Wir schneiden einen Eiben- oder Fliederzweig ab und stellen ihn sofort ins Wasser. Über die Zweigbasis stülpen wir ein enges Schlauchstück und stecken in dieses ein Glasrohr, das wir mit Wasser zufüllen. Nun befestigen wir den Zweig aufrecht an einem Stativ und lassen dabei das untere Ende des wassergefüllten Glasrohrs in Quecksilber eintauchen (32.3). Bald steigt das Quecksilber im Glasrohr. An der trockenen Zimmerluft verdunstet der Zweig durch die Spaltöffnungen sehr viel Wasser. Er saugt daher Wasser, dessen er dringend bedarf, aus dem Glasrohr. Das Wasser wiederum zieht das Quecksilber nach. Wenn das Gewicht der Quecksilbersäule im Glasrohr zu schwer wird, kommt es zu einem Stillstand. Später reißt die Quecksilbersäule ab, und das restliche Wasser wird sehr rasch in den Zweig nachgesogen. Durch Verdunstung entweichen viele Wasserteilchen aus den Spaltöffnungen. Dadurch entsteht in der Pflanze von den Blättern her ein *Sog*, der bis weit in den Stamm hinunterreicht. In den Röhrchen haften die Wasserteilchen fest aneinander und bilden lange Ketten. Durch jedes entweichende Wasserteilchen des Blattes wird die Kette im Stamm emporgezogen. Die treibende Kraft zu diesem Vorgang liegt nicht in der Pflanze selber, sondern in der *Sonnenwärme*. Das ist für die Pflanze von Vorteil, braucht sie dafür doch keine Energie aufzubringen. Tiere sind benachteiligt. Um den Blutkreislauf aufrechtzuerhalten, müssen sie zur Energiegewinnung kostbare Nährstoffe «verbrennen».

Von allen Kräften, die am Aufsteigen des Wassers in der Pflanze beteiligt sind, ist der Verdunstungszug die wirksamste. Wahrscheinlich sind aber noch Lebensvorgänge der Zellen, die wir nicht kennen, aktiv am Emporheben des Wassers beteiligt.

Die Menge des verdunsteten Wassers ist beträchtlich. Eine große Birke kann bei sonnigem Föhnwetter 300 bis 400 l Wasser im Tag verdunsten. Die durchschnittliche tägliche Menge schwankt zwischen 60 und 70 l. Eine Maispflanze gibt im Verlaufe ihrer Entwicklung rund 180 l Wasser ab.

Die verdunstete Wassermenge hängt von der Oberfläche der Blätter, der Zahl der Spaltöffnungen und auch von der Spaltenweite ab. Ist die Luft mit Wasserdampf gesättigt, kann die Pflanze nur wenig Wasser abgeben. Bei trockener Luft sind dagegen die Wasserverluste groß! Warme Luft vermag mehr Wasserdampf aufzunehmen als kalte. Ist es windstill, wird die nähere Umgebung der Blätter rasch mit Wasserdampf erfüllt, so dass die Verdunstung bald zurückgeht. Weht aber der Wind, wird der aus den Blättern austretende Wasserdampf weggetragen, und die Verdunstung hält an.

Guttation

Betrachtet man am frühen Morgen junge Gräser oder Blätter von *Taumantel* (6.14), *Erdbeeren* wie auch Triebe von Schachtelhalmen, kann man daran im Sonnenlicht



32.9
Buchs-Kreuzblume mit Lederblättern



32.10
Alpenazalee; kleine Lederblätter mit umgerollten Blatträndern



32.11
Stengelloses Leimkraut; Polsterpflanze



32.12
Zwerg-Miere; Polsterpflanze



32.13
Bläulicher-Steinbrech; Polsterpflanze



32.14
Himmelsherold; Polsterpflanze

32.15
*Spanisches Fettkraut mit wasser-
speichernden Blättern*



32.16
*Gemeine Hauswurz mit wasser-
speichernden Rosettenblättern*



große Wassertropfen glitzern sehen. Das ausgeschiedene Wasser ist nicht Tau, sondern stammt von der Pflanze selber. Man nennt es Guttationswasser (lat. gutta = Tropfen), den Vorgang selber *Guttation*. Da in der Nacht die Temperatur fällt, kann die Luft weniger Wasser aufnehmen. Weil die Pflanzen aber unbedingt Wasser abgeben müssen, pressen sie es durch besondere Öffnungen der Blätter und Triebe aus.

Wie die Pflanzen vor Wasserverlust geschützt sind

Verliert eine Pflanze mehr Wasser, als sie aus dem Boden aufnehmen kann, welkt sie. Die welkenden Teile sterben innert kurzer Zeit ab, wenn nicht genügend Wasser nachgeliefert wird. Pflanzen trockener Standorte verfügen vielfach über Einrichtungen, die sie vor zu großen Wasserverlusten schützen.

Verkleinerung der Blattfläche

Während Pflanzen luftfeuchter, nasser Standorte durch große, weitausladende Blattflächen die Verdunstung steigern, weisen Pflanzen trockener Standorte oft nur kleine Blätter auf. Beim *Aufrechten Ziest* (7.15) sind die Blätter sehr schmal, beim *Blutroten Storchenschnabel* (32.5) stark geteilt. Der *Schaf-Schwingel* (32.6) und andere Gräser haben sogar nur borstenförmige Blätter, die durch Einrollen der Blattränder entstehen. Bei kleiner Blattfläche ist die Verdunstung geringer. Der *Blaue Lattich* (32.7) wie auch der *Wilde Lattich* bewirken durch eine Drehung der Blätter um 90°, daß das Sonnenlicht zur Mittagszeit nur eine kleine Blattfläche trifft (Kompaßpflanzen).

Dichte Behaarung der Pflanze

Die Behaarung hält einen Teil der Sonneneinstrahlung ab und ermöglicht, daß sich um das Blatt eine windstille feuchte Luftschicht bildet. Beispiele dafür sind *Königskerze*, *Katzenpfötchen* (15.17) und *Edelweiß* (15.18).

Lederblätter

Lederblätter haben eine besonders dickwandige Außenschicht und sind immergrün. Die Verdunstung ist auf die Blattunterseite beschränkt. *Preiselbeere* (38.3), *Immergrüne Bärentraube* (32.8) und *Buchs-Kreuzblume* (32.9) tragen Lederblätter. Bei der *Alpenazalee* (32.10) und der *Krähenbeere* sind die Blätter zudem am Rande noch umgerollt.

Polsterartiger Wuchs

Verschiedene Hochgebirgspflanzen bilden Polster, die sich mit Wasser vollsaugen können. Die dichte Stellung der Zweige und Blätter läßt eine windstille Luftschicht entstehen, wodurch die Verdunstung heruntersetzt wird. Polsterpflanzen sind: *Stengelloses Leimkraut* (32.11), *Zwerg-Miere* (32.12), *Bläulicher Steinbrech* (32.13), *Himmelsherold* (32.14) und viele andere mehr.

Wasserspeichernde Pflanzen

Fettkräuter (32.15) und *Hauswurz*-Arten (32.16) haben fleischig verdickte Blätter, die bei verhältnismäßig kleiner Oberfläche viel Wasser speichern können.

Laubfall im Herbst

Bäume und Sträucher werfen im Herbst ihr Laub ab. Dadurch fällt die Verdunstung auf ein Minimum. Dies ist deshalb wichtig, weil im Winter das Wasser aus dem gefrorenen Boden nicht aufgenommen werden kann und aus tiefen Schichten heraufgehoben werden muß.

Zusammenfassung: Die Pflanze nimmt das Wasser durch die Wurzeln auf und leitet es durch die Gefäße des Stengels zu den Blättern, die es durch die Spaltöffnungen verdunsten. Osmose, Wurzeldruck, Kapillarkraft und Verdunstung bewirken das Aufsteigen des Wassers.

Pflanzen trockener Standorte verfügen über besondere Einrichtungen, um sich vor Wasserverlust zu schützen.

33. Assimilation — Stoffaufbau

Pflanzen enthalten außer Wasser und Nährsalzen immer *Kohlenstoff* (vergleiche Seite 171), den sie aus dem Kohlendioxid der Luft aufnehmen. Den Vorgang des Einbaus nennt man *Kohlenstoff-Assimilation*. Da dabei Licht unentbehrlich ist, heißt der Vorgang auch *Fotosynthese*.

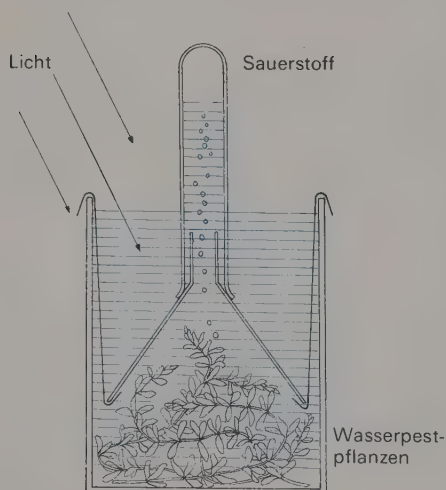
Die Kohlenstoff-Assimilation ist für Pflanze, Tier und Mensch äußerst wichtig. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, hängt jegliches Leben von der Assimilation der grünen Pflanzen ab. Sie vollzieht sich in Zellen, die Blattgrünkörnchen enthalten, bei Blütenpflanzen, Farnen und Moosen zur Hauptsache in den Blättern. Über den Verlauf der Assimilation weiß man heute schon recht viel. Zahlreiche Wissenschaftler erforschen diesen fundamentalen Lebensprozess weiter.

Da uns die chemischen Grundkenntnisse fehlen, müssen wir uns darauf beschränken, einige leicht nachweisbare Erscheinungen der Assimilation kennenzulernen.

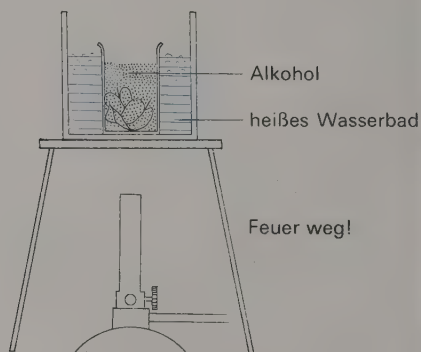
Abgabe von Sauerstoff

An Aquarienpflanzen, die am Licht stehen, kann man beobachten, daß sie tagsüber regelmäßig glasklare Bläschen bilden, die sich oft von den Blättern lösen und zur Wasseroberfläche aufsteigen. In der Dunkelheit unterbleibt die Bläschenbildung. Bei den Bläschen handelt es sich um *Sauerstoff*, der von den Pflanzen beim Assimilationsvorgang ausgeschieden wird.

Eine besondere Versuchsanordnung erlaubt uns, Sauerstoffbläschen von Wasserpflanzen aufzufangen (33.1). Wir geben in einen Standzylinder Pflanzen der *Wasserpest* (28.10) und hängen einen umgekehrten Trichter darüber. Ein mit Wasser gefülltes Reagenzglas wird über den gestutzten Hals des Trichters gestellt. Fällt Sonnenlicht auf die Pflanzen, steigen aus den abgeschnittenen Stengeln Bläschen auf, die sich oben im Reagenzglas sammeln und das Wasser verdrängen. Hält man einen



33.1
*Wasserpestversuch; die Pflanzen
geben am Licht Sauerstoffbläschen
ab*



33.2
*Herauslösen von Blattgrün
aus Blättern*

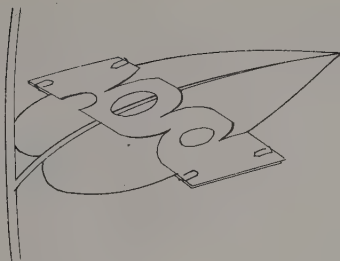
glimmenden Holzspan ins Reagenzglas, flammt er mehr oder weniger stark auf. Das ausgeschiedene Gas ist *Sauerstoff*. Stellt man das Glas ins Dunkle, unterbleibt die Sauerstoffabgabe. Licht ist bei der Assimilation unentbehrlich.

In den Blattzellen entsteht Stärke

Bei der Assimilation wird in den Blattzellen *Traubenzucker* gebildet, den die Pflanze sofort in *Stärke* verwandelt. Die Stärke läßt sich leicht nachweisen.

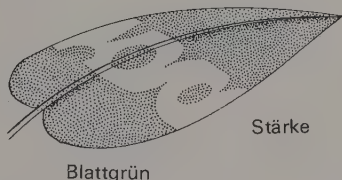
Schwimmen wir Stärkepulver in Wasser auf und fügen wir einige Tropfen Jod-Jodkalilösung hinzu, färbt sich die Aufschwemmung blauschwarz. Wollen wir die in den Blattzellen gebildete Stärke nachweisen, müssen wir vorerst das Blattgrün ziehen. Wir pflücken dünne Blätter einer Pflanze (Bohnenpflanze), tauchen sie eine halbe Minute in heißes Wasser und legen sie hernach in ein mit Alkohol gefülltes Gläschen, das wir in ein heißes Wasserbad einstellen (33.2). Während sich der Alkohol allmählich grün färbt (Blattgrün!), werden die Blätter weißlich. Da sie durch den Alkohol spröde geworden sind, taucht man sie nochmals kurz in heißes Wasser und legt sie anschließend in Jod-Jodkalilösung ein. Hier färben sie sich blauschwarz, ein Zeichen dafür, daß sie Stärke gebildet haben.

Wir bringen nun an Topfpflanzen, die wir zwei bis drei Tage im Dunkeln gehalten haben, mit Klammern Kartonstreifen auf der Ober- und Unterseite der Blätter an (33.3). Durch Ausschneiden kleiner Stücke versehen wir einige Kartonstreifen mit Figuren. Nun stellen wir die Pflanzen ans Licht. Nach einigen Stunden nehmen wir die Blätter ab und verfahren wie oben beschrieben. Überall dort, wo die Blattflächen belichtet waren, zeigt die Jod-Jodkalilösung Stärke an. Die mit Kartonstreifen bedeckten unbelichteten Flächen sind stärkeleer (33.4).



33.3

Stärkeversuch: Teile der Blattfläche werden durch Kartonstreifen verdeckt



33.4

Stärkeversuch: Nachweis der Stärke durch Jod-Jodkalilösung. Die unbelichteten Blattflächen sind stärkeleer



33.5

Gescheckte Blätter bilden nur an jenen Stellen Stärke aus, die durch die Blattgrünkörnchen grün gefärbt sind

Blattgrünkörnchen sind für die Assimilation unentbehrlich.

Es gibt in Parkanlagen und Gärten Bäume und Sträucher, so *Eschen-Ahorn* und *Spiraea*, die weißgrün gescheckte Blätter aufweisen. Bei *Tradeskantien* und *Pelargonien* tritt diese Blattscheckung ebenfalls auf. Gartenliebhaber schätzen derartige Formen, weil sie Abwechslung bringen. Die Pflanzen sind nicht mehr fähig, im ganzen Blatt Blattgrünkörnchen zu bilden. Stellt man mit belichteten Blättern derartiger Pflanzen die Jod-Jodkaliprobe an, findet sich nur an jenen Stellen Stärke, die durch die Blattgrünkörnchen grün gefärbt sind. Die weißen Blattflächen sind stärkeleer. Die Blattgrünkörnchen sind zur Assimilation unbedingt erforderlich.

Was geschieht bei der Assimilation?

Besinnen wir uns kurz auf die gemachten Beobachtungen. Beim Assimilationsvorgang geben die Pflanzen *Sauerstoff* ab. In den Blattzellen entsteht *Stärke*, die sich mit der Jod-Jodkaliprobe nachweisen läßt. *Licht* und *Blattgrünkörnchen* sind zur Assimilation unentbehrlich.

Eine weitere Voraussetzung ist das *Kohlendioxid* der Luft. Ohne Kohlendioxid kann die Pflanze keinen Traubenzucker und damit auch keine Stärke bilden. Dies aufzuzeigen ist schwieriger, weil dazu besondere Versuchseinrichtungen erforderlich sind, überdie wir nicht verfügen.

Das Kohlendioxid ist ein unsichtbares Gas, das bei der Verbrennung von Kohlenstoff entsteht. Es ist eine Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff. Feuer erstickt im Kohlendioxid. Es trübt Kalkwasser und läßt sich, da es ein verhältnismäßig schweres Gas ist (1 Liter = 1,98 g!), sogar umschütten. Unsere Luft enthält im Freien immer 0,03 % davon. Das ist sehr wenig, finden sich doch in einem Kubikmeter Luft nur 3 dl dieses Gases. In der riesigen Lufthülle der Erde hat es aber doch große Mengen Kohlendioxid, das den grünen Pflanzen bei der Assimilation zur Verfügung steht.

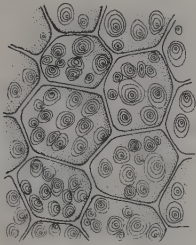
Die Pflanze nimmt das Kohlendioxid durch die vielen Spaltöffnungen der Blätter auf (31.3). Es gelangt in die Zwischenräume der Schwamm- und Palisadenschicht, dringt durch die Zellwände und das Zellplasma bis zu den *Blattgrünkörnchen*, die winzig kleine chemische Laboratorien sind. Sie vermögen die *Energie* des *Lichtes* aufzufangen. Mit Hilfe der *Lichtenergie* verarbeiten sie *Wasser* und *Kohlendioxid* zu *Traubenzucker*. Dabei wird *Sauerstoff* frei, den die Blätter durch die Spaltöffnungen ausscheiden.

Der *Traubenzucker* wird anschließend zu *Stärke* verarbeitet. Zucker und Stärke enthalten *Kohlenstoff*. Dieser stammt aus dem *Kohlendioxid* der Luft.

Der Abtransport der Stärke

Die grünen Blätter stellen schon vom ersten Dämmerungslicht am Morgen bis zum Einbrechen der Nacht Traubenzucker her, den sie zu Stärke verarbeiten. In den Blattzellen häufen sich die Stärkekörner an. Sollen die Blattzellen am folgenden Tag wiederum Zucker erzeugen können, müssen sie über Nacht entlastet werden. Traubenzucker läßt sich in Wasser leicht lösen, Stärke überhaupt nicht. Mit besondern Stoffen, den *Fermenten*, bauen die Blattzellen die Stärkekörner in der Nacht wieder zu Traubenzucker ab und lösen ihn anschließend in Wasser auf. Der Zuckersaft fließt dann durch die Siebröhren (30.3) der Leitbündel zu den Wachstumszonen oder den Speicherorganen, zum Mark, den Markstrahlen oder in die Wurzeln. Dort verwandeln

die Pflanzen wiederum mit Fermenten den Traubenzucker zu Stärkekörnern, die in die Zellen eingelagert werden. Diese Stärkekörner kann man unter dem Mikroskop in Zellen der Kartoffeln, der Bohnen und der Getreidekörner leicht erkennen (33.6).



a



b

33.6
Stärkekörner in Zellen der Kartoffel;
a ca. 100x, b ca. 250x

Wozu braucht die Pflanze den Zucker?

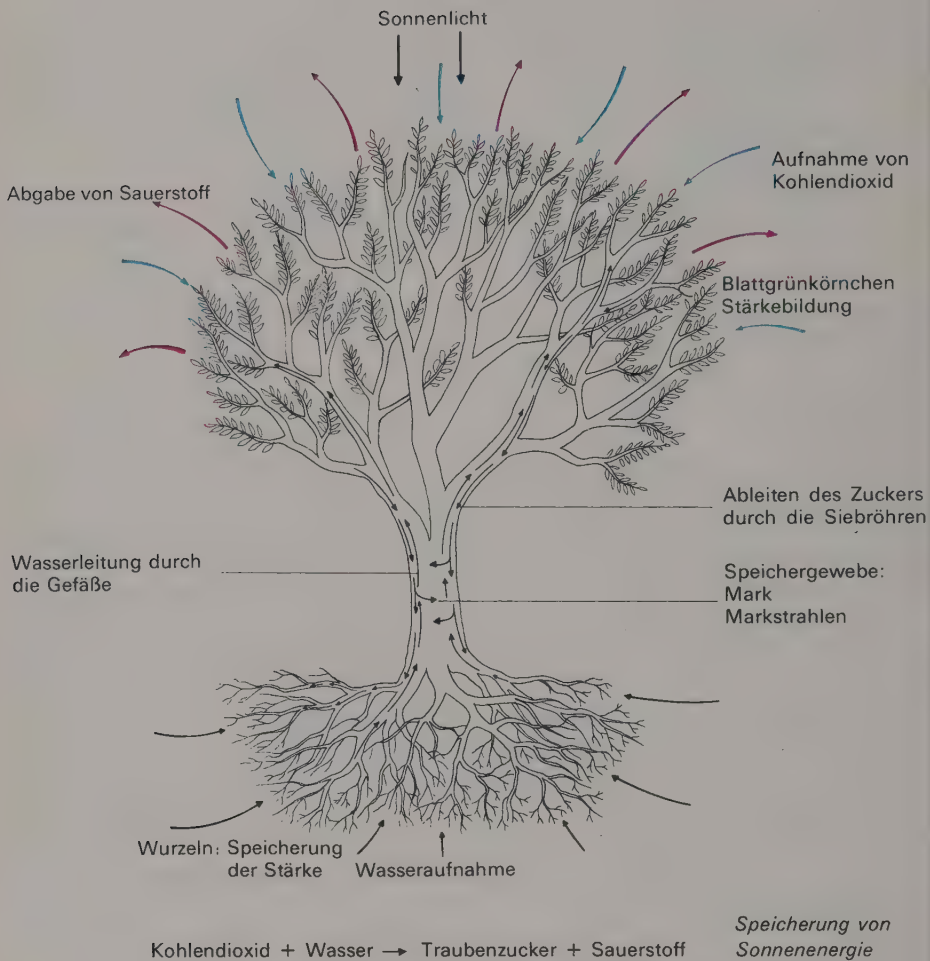
Die Pflanze ist ein wahrer Künstler im Aufbau von organischen Stoffen. Aus Zucker stellt sie neben *Stärke* auch *Zellulose* her, die sie zum Aufbau der Zellwände benötigt. Sie kann aus Zucker aber auch *Fette* herstellen. Schließlich erzeugt sie mit Hilfe von Zucker, Wasser und stickstoffhaltigen Nährsalzen des Bodens *Eiweiß*, das sie zur Bildung des Zellplasmas braucht. Bei all diesen Aufbauvorgängen erweist sich der Zucker als idealer Ausgangsstoff. Die Pflanze braucht den Zucker zum Bau neuer Zellen in den Wachstumszonen der Wurzelspitzen, des Kambiums und der Stengelspitzen. Obstbäume lagern Zucker in die reifenden Früchte ein, die Reben in die Trauben, verschiedene Sträucher und Kräuter in die Beeren.

Was die Pflanze nicht als Baustoff braucht, fließt durch die Siebröhren in die Speichergewebe. Zahlreiche Frühblüher haben Speicherorgane wie Zwiebeln, Wurzelstöcke und Knollen, die sie im Verlaufe des Sommers regelmäßig mit Speicherstoffen füllen, damit sich die Pflanzen im Frühjahr möglichst rasch entwickeln können. Auch die Bäume müssen große Vorräte anlegen, die es ihnen im Frühjahr ermöglichen, die vielen Blätter zu entwickeln.

In Skizze 33.7 findet sich zusammenfassend eine Übersicht über den Assimilationsvorgang.

Bedeutung der Assimilation

Nur die grünen Pflanzen vermögen den Kohlenstoff zu assimilieren. Sie wandeln Stoffe aus der unbelebten Welt in *körpereigene* um. Man sagt: sie ernähren sich *selbstständig*. Mensch und Tier können dies nicht. Auch die aller kleinste einzellige Alge, die Blattgrün besitzt, ist uns in dieser Beziehung weit überlegen. Wir sind in der Ernährung vollständig auf die Assimilation der Pflanze angewiesen. Wohl können wir auf Fleisch und Milch ausweichen, aber diese Nahrungsmittel stammen von Tieren, die selber wiederum auf pflanzliche Nahrung angewiesen sind. Man darf daher festhalten, daß die Kohlenstoff-Assimilation der Pflanzen das Leben auf der Erde ermöglicht.



33.7

Schematische Darstellung des Assimilationsvorganges

Zusammenfassung: Bei der Kohlenstoff-Assimilation baut die Pflanze mit Hilfe des Blattgrüns und des Sonnenlichtes aus Kohlendioxid und Wasser Traubenzucker auf. Dabei gibt sie Sauerstoff ab. Den Traubenzucker verwendet sie zum Aufbau von Stärke, die sie als Speicherstoff in die Zellen einlagert wie auch zum Aufbau anderer pflanzlicher Stoffe. Die grüne Pflanze ernährt sich selbständig.

34. Atmung — Stoffabbau

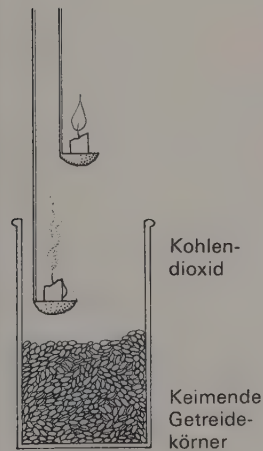
Mensch und Tier atmen. Atmet die Pflanze auch? Ein Versuch soll uns darüber Aufschluß geben.

Wir füllen einen Standzylinder (34.1) und einen Rundkolben (34.2) etwa zur Hälfte mit gequollenen Getreidekörnern, verschließen die Gefäße luftdicht und stellen sie ans Dunkle. Bald beschlagen sich die Glaswände mit *Wasser*. Nach zwei bis drei Tagen tauchen wir eine brennende Kerze in den Standzylinder; sie erlischt. Den Rundkolben kippen wir behutsam über einem Glas mit Kalkwasser; es entsteht eine Trübung.

Wie Mensch und Tier atmet auch die Pflanze. Die keimenden Samen haben den *Sauerstoff* der Luft in den beiden Gefäßen verbraucht und *Kohlendioxid* ausgeschieden. Dieses hat im Versuch die Kerzenflamme erstickt und auch die Trübung des Kalkwassers bewirkt.

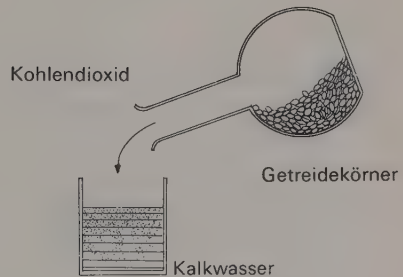
Keimende Samen atmen besonders stark, weil sich in ihnen bedeutende Lebensvorgänge abspielen. Sie quellen, lösen einen Teil ihrer Speicherstoffe in Wasser auf, leiten sie zu den Wachstumszonen und bilden hier durch Teilung laufend neue Zellen.

Aber nicht nur Samen, auch ausgewachsene Pflanzen atmen mit den Zellgeweben der Wurzeln, des Stengels, der Blätter und sogar der Blüten. *Assimilation* und *Atmung* sind *zwei entgegengesetzte Vorgänge*. Bei der Assimilation nimmt die grüne Pflanze Kohlendioxid auf und gibt Sauerstoff ab, bei der Atmung nimmt sie Sauerstoff auf und gibt Kohlendioxid ab. Während die Pflanze *nur am Tag* beim Licht assimiliert, atmet sie dauernd, *Tag und Nacht*. Am Tag wird allerdings die Atmung der Pflanze durch die Assimilation überdeckt, in der Nacht tritt die Atmung stärker hervor.



34.1

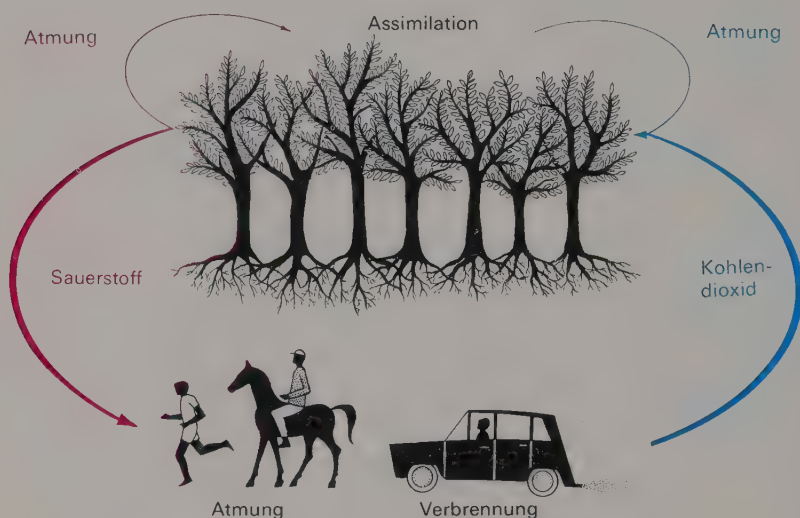
Atmungsversuch: die Getreidekörner haben den Sauerstoff der Luft verbraucht und Kohlendioxid abgegeben; die Kerzenflamme erlischt



34.2

Atmungsversuch: das von den Getreidekörnern bei der Atmung abgegebene Kohlendioxid trübt das Kalkwasser

Bei der Assimilation geben die Pflanzen bedeutend mehr Sauerstoff ab, als sie für die eigene Atmung wieder aufnehmen. Um zu assimilieren, nehmen sie viel mehr Kohlendioxid auf, als sie beim Atmen abgeben. Dadurch verbessern die Pflanzen am Tag fortwährend die Luft. Ohne Pflanzen müßte der große Sauerstoffvorrat der Luft durch die Atmung von Mensch und Tier, die unzähligen Verbrennungsprozesse der Industrie, der vielen Motoren der Fahrzeuge, die Strahlwerke der Flugzeugriesen langsam schwinden, dafür aber der Kohlendioxidgehalt mehr und mehr ansteigen und die Luft verschlechtern. Die grünen Pflanzen verschaffen durch die Assimilation allen atmen- den Lebewesen immer wieder Sauerstoff und brauchen das ausgeschiedene Kohlen- dioxid auf (34.3).



34.3

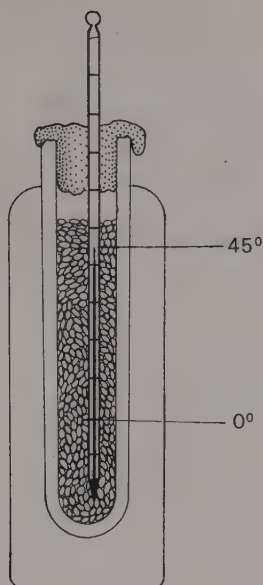
Der große Kreislauf, schematisch

Warum atmen Pflanzen?

Pflanzen atmen, um die für ihre Lebensvorgänge notwendige *Energie* zu gewinnen. Daß bei keimenden Samen Energie freigesetzt wird, zeigt der folgende Versuch (34.4): Wir füllen eine Thermosflasche mit gequollenen Getreidekörnern, stecken mitten hinein ein Thermometer, schließen mit einem Wattebausch dicht ab und notieren die Temperatur. Im Verlaufe der nächsten Tage steigt die Temperatur langsam an und kann am Versuchsende 45 °C betragen. Leeren wir die Körner anschließend in die Hand, spüren wir die Wärme, die sie abgeben.

Die Körner erzeugen diese Wärme in ihrem Innern selber. Die Zellen verbrennen mit Hilfe des eingeatmeten *Sauerstoffes Zucker*. Diese Verbrennung geht nur langsam und ohne Flamme vor sich. Bei der Verbrennung wird ein Teil der freiwerdenden Energie in Form von Wärme abgegeben, den andern Teil braucht das einzelne keimende Korn, um seine Lebensvorgänge wie Zellteilungen, Zellstreckungen, Auflösen der

34.4
*Atmungsversuch; keimende
 Getreidekörner setzen durch die
 Atmung Energie zum Teil in Form von
 Wärme frei*



Speicherstoffe und deren Weiterleiten aufrechtzuerhalten. Durch genaue Wägungen mit sehr empfindlichen Waagen kann man feststellen, daß keimende Samen leichter werden, weil ein Teil ihres Zuckers zur Energiegewinnung bei der Atmung «verbrannt» wird.

Die Pflanzen veratmen nun aber nur etwa ein Fünftel bis ein Drittel des Zuckers, den sie im Assimilationsvorgang aufgebaut haben. Mindestens zwei Drittel des Zuckers können sie für den eigenen Aufbau brauchen oder als Speicherstoff anlegen. Mensch und Tier ernähren sich von Pflanzenteilen, die diese Speicherstoffe enthalten. In unserem Körper werden diese Speicherstoffe in veränderter Form teilweise zum eigenen Aufbau verwendet, zum Teil aber ebenfalls «verbrannt», um Energie für unsere Lebensvorgänge zu gewinnen.

Bei der Assimilation baut die grüne Pflanze mit Hilfe der Blattgrünkörnchen und des Sonnenlichtes aus Wasser und Kohlendioxid Traubenzucker auf. Dabei wird die Energie des Sonnenlichtes im Traubenzucker gespeichert.

Bei der Atmung der Pflanze wird der Traubenzucker mit Hilfe des aufgenommenen Sauerstoffes «verbrannt». Es entstehen wiederum die Ausgangsstoffe Wasser und Kohlendioxid, während die im Traubenzucker gespeicherte Sonnenenergie für die Lebensvorgänge der Pflanze frei wird.

Traubenzucker + Sauerstoff —► Kohlendioxid + Wasser *Freisetzen von
 Sonnenenergie*

Zusammenfassung: Bei der Atmung nimmt die Pflanze Sauerstoff auf und gibt Kohlendioxid ab. Die Assimilation ist ein stoffaufbauender, energiespeichernder Vorgang, die Atmung ein stoffabbauender, energiefreisetzender Vorgang.

35. Gärung

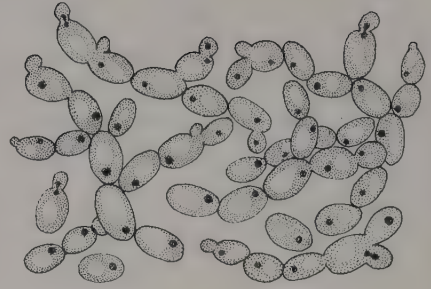
Wenn man Süßmost offen stehenläßt, verändert er sich innerhalb weniger Tage, wird sauer und enthält Alkohol. Der süße Traubensaft, den man im Herbst aus den Trauben preßt, gerät in den Fässern ebenfalls in Gärung. Er wird vorerst zu Sauer; nach ein bis zwei Wochen hat er sich in alkoholhaltigen Wein verwandelt.

Die Urheber der Gärung

Mikroskopisch kleine Einzeller, die *Hefezellen*, sind für die *Gärung* verantwortlich. Bringt man einen Tropfen des Bodensatzes von vergorenem Süßmost unter das Mikroskop, kann man die kleinen ovalen Hefezellen, die etwa ein Hundertstel Millimeter lang sind, erkennen. Sie gehören zu den Pilzen, doch bilden sie kein Fadengeflecht aus. Die Hefezellen vermehren sich vorwiegend durch *Sproung*. Bei diesem Vorgang schnürt die Mutterzelle eine Ausstülpung ab, die zur Tochterzelle wird und bald zur Größe der Mutterzelle heranwächst (35.1). Hefezellen besitzen kein Blattgrün; daher können sie sich nicht selbständig ernähren (vergleiche S. 192). Sie leben auf Nährböden, auf saftigen, reifen Früchten und süßen Fruchtsäften, deren Zucker sie abbauen. Merkwürdigerweise können die Hefezellen ohne Sauerstoff leben.

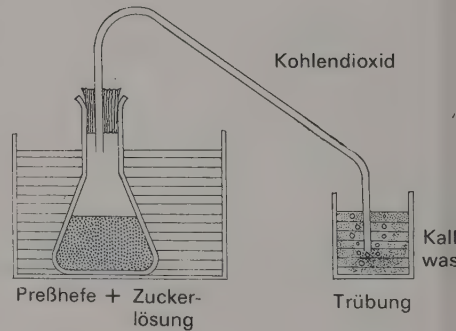
Der Gärungsvorgang

Wir füllen einen Rundkolben zur Hälfte mit einer zehnpromzentigen Zuckerlösung und fügen rund 50 g Preßhefe hinzu. An Stelle der Zuckerlösung können wir auch Süßmost verwenden. Den Rundkolben stellen wir in ein 35 °C bis 40 °C warmes Wasserbad (35.2). Bald steigen Tausende von Bläschen auf. Wir leiten das entweichende Gas in Kalkwasser. Dieses trübt sich rasch; das Gas ist *Kohlendioxid*. Schon nach einem Tag, später noch deutlicher, können wir den *Alkoholgeruch*



35.1

Sproungende Hefezellen, ca. 800x

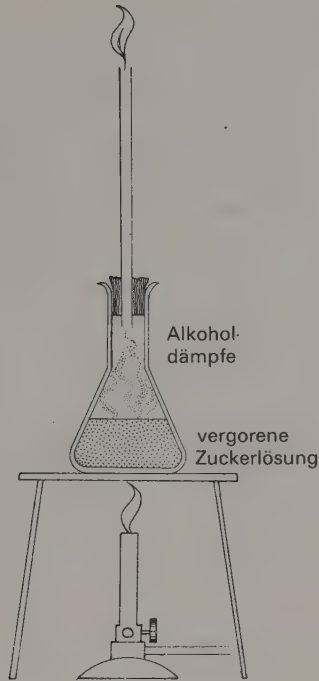


35.2

Gärungsversuch: das entweichende Kohlendioxid bewirkt im Kalkwasser eine Trübung

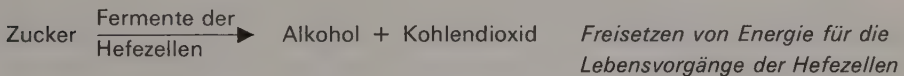
35.3

Nachweis des Alkohols im Gärungsversuch: die Alkoholdämpfe lassen sich entzünden



wahrnehmen. Da die Lösung nicht mehr süß ist, müssen wir annehmen, daß der Zucker daraus verschwunden ist. Wir setzen nun auf den Rundkolben mit Hilfe eines Gummizapfens ein Glasrohr auf. Dann erhitzen wir die alkoholhaltige Lösung (35.3). Der Alkohol verdampft bald daraus und entweicht als Gas durch das aufgesetzte Rohr. Halten wir ein brennendes Streichholz ans obere Ende, entzündet sich der Alkohol und brennt mit bläulicher Flamme.

Die Hefezellen zerlegen mit Hilfe ausgeschiedener Fermente Zucker in Alkohol und in Kohlendioxid. Diese Zerlegung bezeichnet man als *Gärung*. Die Hefezellen gewinnen bei diesem Vorgang *Energie* für ihren Lebensbetrieb. Während der größte Teil des Kohlendioxids entweicht, bleibt der Alkohol im vergorenen Saft.



Gleich wie die Atmung ist die Gärung ein *stoffabbauender Vorgang*. Aus 180 g Zucker (Molekulargewicht) entstehen bei der Gärung 92 g Alkohol und 88 g Kohlendioxid (rund 44 l). Die Hefezellen gewinnen allerdings bei dieser Stoffzerlegung nur wenig Energie. Ein Teil der ursprünglich im Zucker gespeicherten Energie steckt nach der Zerlegung im Alkohol, der sich verbrennen läßt, wobei Wärme frei wird. Die sich rasch vermehrenden Hefezellen müssen viel Zucker abbauen, um genügend Energie für ihre Lebensvorgänge zu gewinnen.

Hat der Alkoholgehalt der Lösung einen bestimmten Grad erreicht (rund 15 %), sterben die Hefezellen ab, und die Gärung kommt zum Stillstand.

Auswirkungen der Gärung

Die Tätigkeit der Hefezellen ist nützlich und schädlich zugleich. Bäcker und Hausfrauen verwenden die Hefe, um mit dem Kohlendioxid, das bei der Gärung frei wird, Brot- und Kuchenteig aufzutreiben und das Gebäck luftig zu machen. Hefe ist auch ein vitaminhaltiges Nahrungsmittel.

Mit Hilfe der Hefezellen erzeugt man aus Zucker, den man aus Holz gewonnen hat, in großen Mengen Alkohol, der vielseitige Verwendung findet: als Brennstoff (Spiritus), als Desinfektionsmittel und als Lösungsmittel in der chemischen Industrie.

Die Hefezellen vernichten andererseits jährlich durch Wein-, Most- und Biergärung riesige Mengen von Frucht- und Malzzucker. Wertvolle Nährstoffe werden dadurch zerstört.

Unser Körper scheidet aufgenommenen Alkohol aus, weil er körperfremd ist. Die Ausscheidung geht aber nur sehr langsam vonstatten. Größere Alkoholmengen führen zu Vergiftungen.

Da der Alkohol die Herztätigkeit anregt und die Haut dadurch vermehrt durchblutet wird, entsteht ein Wärmegefühl. Der Alkohol vermag also unsern Körper zu stärkerer Wärmeabgabe zu zwingen, was für unsern fein regulierten Wärmehaushalt sehr ungünstig ist. Auf unser Nervensystem wirkt der Alkohol schon in kleinen Mengen enthemmend, was besonders im modernen Straßenverkehr zu schwerwiegenden Unfällen führen kann. Durch Alkoholgenuß verursachte Unfälle ziehen sehr harte Strafen nach sich!

Der Alkohol untergräbt, wenn er regelmäßig in größeren Mengen genossen wird, die körperliche und seelische Gesundheit und kann zur Abhängigkeit, zur Sucht, führen. Er stellt viele Familien vor schwerwiegende Probleme. In der Schweiz gibt es über 100 000 Alkoholranke! Beratung und Fürsorge, das zeitweilige Unterbringen der Alkoholkranken in Heilanstalten und der Unterhalt ihrer Familien kosten jährlich viele Millionen Franken, wofür der Staat aufzukommen hat.

Wie man Gärung verhindert

Als erster hat der Franzose *Louis Pasteur* (1822—1895) entdeckt, daß Hefezellen die Gärung verursachen. Er konnte auch zeigen, wie man die Gärung verhindern kann. Beim «Pasteurisieren» erhitzt man Traubensaft, Süßmost und andere Fruchtsäfte kurz auf 65 °C bis 75 °C. Dadurch werden die Hefezellen, Pilze und zum Teil auch die Bakterien vernichtet. Schließt man die erhitzten Säfte sofort in heiße Flaschen ein, so daß keine neue Sporen der Hefezellen, die zu Tausenden in der Luft schweben, hineindringen können, bleiben die Fruchtsäfte mit dem darin enthaltenen Zucker haltbar. Milch kann ebenfalls pasteurisiert werden. Heute stellen zahlreiche Großbetriebe alkoholfreie Fruchtsäfte her. Sie klären den frischen Saft, pressen Kohlendioxid hinein und lagern ihn unter Druck bei niedrigen Temperaturen in großen Tanks. Später wird der Saft pasteurisiert und in Flaschen abgefüllt.

Zusammenfassung: Hefepilze verursachen Gärung. Sie zerlegen Zucker in Alkohol und Kohlendioxid, um Energie für ihre Lebensvorgänge zu gewinnen. Wie die Atmung ist auch die Gärung ein stoffabbauender Vorgang. Durch Pasteurisieren kann man Gärung verhindern und wertvolle Nährstoffe haltbar machen.

Lebensgemeinschaften

36. Der Wald

Wir durchstreifen die Wälder zu jeder Jahreszeit. Im Frühjahr freuen wir uns über das Erwachen der vielen Frühblüher, das Hervorbrechen des frischen Laubes; im Sommer genießen wir die Kühle im Schatten des mächtigen Kronendaches. Der herbstliche Laubwald bringt bunte Farben in allen Abstufungen hervor; im Winter beeindrucken uns die Stille und oft auch die Verzauberung durch den Schnee. Viele Menschen unserer Zeit suchen in den Wäldern Ruhe, Entspannung und Erholung. Ohne Wälder wäre unser Leben um vieles ärmer.

Jeder Wald bildet für sich eine geschlossene *Lebensgemeinschaft*. Sie umfaßt alle *Pflanzen* und *Tiere*, die innerhalb dieses Lebensraumes vorkommen, von den Bäumen bis zum kleinsten Bakterium in der Erde, vom Reh, dem Hasen bis zur winzigen Blattlaus an den Zweigen der Nadelbäume. Die vielfältigen Beziehungen zwischen den Lebewesen in dieser Lebensgemeinschaft und ihre gegenseitige Abhängigkeit sind kompliziert und nur schwer durchschaubar. Wir wollen versuchen, einige Einblicke in den Aufbau dieser Lebensgemeinschaft und in die gegenseitige Abhängigkeit ihrer Lebewesen zu gewinnen.

Vom Aufbau des Waldes

Abbildung 36.1 zeigt uns einen Ausschnitt aus einem natürlichen Wald. Wir empfinden dieses Waldbild als etwas Ausgeglichenes, Wohltuendes. Woran mag das wohl liegen? Vereinzelte junge stehen neben alten, schlanke neben dicken, kleine neben großen. Die Vielfalt der Formen belebt das Bild. Es mag uns vorerst schwer fallen, eine Ordnung innerhalb des Ganzen zu erkennen. Bäume prägen das Bild des Waldes. Sie herrschen eindeutig vor und schaffen die Bedingungen, denen sich die übrigen Pflanzen anpassen müssen. Auf den kräftigen, säulenartigen Stämmen ruht das mächtige Kronendach, das im vollen Lichte steht, das aber auch die Wucht des Regens und des Sturmes bricht. Die hohen Nadel- und Laubbäume bilden die *Baumschicht*. Wo das Kronendach genügend Licht durchläßt, vermag sich eine *Strauchschicht*, in der auch der Jungwuchs der Waldbäume vertreten ist, zu entwickeln. Die *Krautschicht* gedeiht dort üppig, wo die Strauchschicht nicht allzu dicht und der Boden an Nährstoffen reich ist. Die *Moosschicht* schließlich erhält am wenigsten Licht. Moospolster und Moosdecken bieten zahlreichen Kleintieren Schlupfwinkel.

Der *Waldboden* wird von den verschiedenen Pflanzen ungleich erschlossen (36.12). Moose, Pilze und Sauerklée haften an den obersten Schichten, dem *Mull*, der verwesende Blätter und pflanzliche Reste enthält, die zu Humus zersetzt werden. Kräuter und Farne wurzeln in den obersten Humusschichten. Kleine und große *Fichten* breiten ihre Wurzeln flach aus. Tief in die Erde dringen dagegen *Buchen*, *Weißtannen* und *Eichen*.

Der Kampf ums Licht

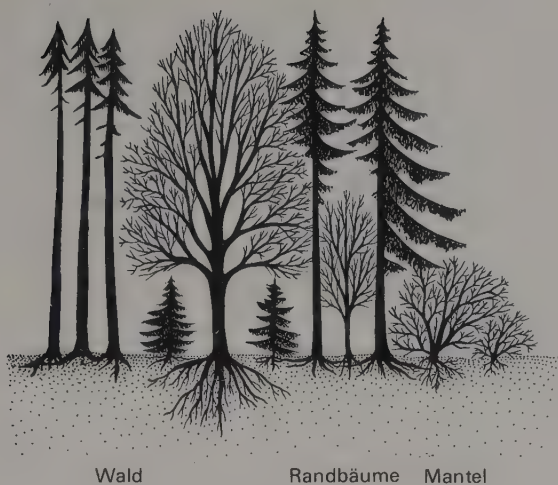
Im Waldesinnern, besonders in Laubmischwäldern, herrscht ein empfindlicher Lichtmangel. Man hat gemessen, daß im Innern eines unbelaubten Buchenwaldes nur etwa $\frac{1}{4}$ des Lichtes, das außerhalb des Waldes den Boden erreicht, auf den Waldboden fällt. Sobald der Wald belaubt ist, ist es nur noch $\frac{1}{25}$ des vollen Lichtes. Es

gibt nun verschiedene Krautpflanzen, die sich zu einer Zeit entfalten, da der Waldboden verhältnismäßig noch viel Licht erhält. Es sind dies die lichthungrigen Frühblüher der Laubwälder: *Buschwindröschen* (36.2), *Leberblümchen*, *Salomonssiegel*, *Wald-Schlüsselblume*, *Ausdauerndes Bingelkraut*, *Vierblättrige Einbeere*, *Wald-Veilchen*, *Maiglöckchen* (*Meierysli*), *Aronstab*, *Waldmeister*, *Frühlings-Platterbse*, *Bären-Lauch*, *Zweiblättrige Schattenblume*, *Hohlknolliger Lerchensporn* (36.3), *Lungenkraut* und *Gold-Hahnenfuß*. Die Entwicklung dieser Frühblüher vollzieht sich sehr rasch. Mit ungestümer Lebenskraft streben sie zum Licht, entfalten ihre Blätter, bauen mit Hilfe des Sonnenlichtes Nährstoffe auf und blühen, wenn möglich, noch ehe sich das Kronendach über ihnen ganz geschlossen hat. Wenn dann nur noch wenig Licht den Waldboden erreicht, reifen schon ihre Früchte. Die rasche Entfaltung dieser Frühblüher ist deshalb möglich, weil sie in Wurzelstöcken, Zwiebeln und Wurzelknollen schon im Verlaufe des letzten Sommers Nährstoffe anlegen konnten, die sie im Frühjahr zur Entwicklung von Stengeln, Blättern und Blüten brauchen (vergleiche S. 9). Einzelne dieser Frühblüher vermögen dank ihrer verhältnismäßig großen Blattfläche sogar im dämmerigen Licht aufzukommen, so die *Einbeere*, die *Wald-Schlüsselblume* und der *Aronstab*. Die immergrünen Waldpflanzen, einzelne *Farne*, *Efeu*, *Stechpalme*, *Immergrün* und die *Moose* nützen den Lichteinfall im Frühjahr und dann, nach einer sommerlichen Hungerzeit, im Herbst und Winter wieder voll aus.

Unter allen Pflanzen des Waldes herrscht ein Kampf. Alle brauchen zum Leben Wasser, Nährstoffe und Licht. Bäume, Sträucher und Kräuter erzeugen eine große Zahl Samen. Viele Samen fallen nicht auf günstigen Boden und gehen bald ein. Andere keimen auf lockerem Boden aus. Die jungen Pflänzchen sind aber gleich von Anfang an vielerlei Gefahren ausgesetzt: Frost und Hitze, Dürre, Krankheiten und Schädlinge vernichten viele von ihnen. Nur die gesunden und lebenskräftigen haben Aussicht, sich zu behaupten. Aber auch unter diesen setzt bald ein harter Kampf ein. Junge Bäumchen wachsen nach wenigen Jahren über die Krautschicht hinaus und beginnen sich gegenseitig zu beschatten. Jedes Bäumchen sucht rascher zu wachsen als seine Nachbarn und diese zu verdrängen oder gar zu erdrücken. Im Kampf ums Licht hat jenes mehr Aussicht zu überleben, das rascher wächst oder den Schatten des Nachbarn besser erträgt. *Lichtholzarten* wie *Föhren*, *Lärchen*, *Erlen* und *Birken* sind in jungen Stadien den *Schattenholzarten* wie *Weißtannen*, *Buchen* und *Eiben* eindeutig überlegen. Später jedoch unterliegen die Lichtbäume den Schattenbäumen, weil diese höher werden. Da viele junge Bäume beim Kampf ums Licht allmählich in den Schatten raschwüchsiger geraten, werden sie geschwächt, bleiben in ihrer Entwicklung mehr und mehr zurück und serbeln schließlich ab.

Am Waldrand führt der Kampf ums Licht zur Ausbildung eigenartiger Baumformen. Die Randbäume entfalten nach außen ein weit herunterreichendes Astwerk, während die nach dem Waldesinnern gerichtete Seite bis hoch hinauf astlos bleibt (36.4).

Der *Mantel*, der sich aus den verschiedensten Sträuchern zusammensetzt, füllt den offenen Raum zwischen Boden und Astwerk aus (36.4). Hier gedeihen *Hasel*, *Ein- und Zweigriffliger Weißdorn*, *Wolliger Schneeball*, *Rote Heckenkirsche*, *Heckenrose*, *Gemeine Waldrebe* (*Niele*), *Hartriegel*, *Liguster*, *Schwarzer Holunder*, *Pfaffenhütchen* und *Berberitze* (vergleiche Seite 113 f.). Mit Ausnahme der Waldrebe bieten sie im Herbst eine Fülle rot, blau und schwarz lockender Früchte, die von den Vögeln sehr begehrt sind, an. Viele Vögel finden in den Sträuchern des Mantels günstige Nistgelegenheiten. Der Mantel ist ihr Lebensraum.



36.4

Aufbau des Waldrandes

Wald

Randbäume

Mantel

Das Waldklima — Vom Kreislauf des Wassers

An heißen Sommertagen halten wir uns gerne im Waldesinnern auf. Hier ist es angenehm kühl, und die Waldluft ist immer rein, frisch und leicht feucht. Wie kommt das?

Kronendach und Mantel halten Hitze und Winde ab. Bei der Assimilation nehmen Blätter und Nadeln durch die Spaltöffnungen Kohlendioxid aus der Luft auf. Mit Hilfe des Sonnenlichtes bilden sie in den Blattgrünkörnchen tagsüber Traubenzucker, das Ausgangsmaterial, mit dem sie ihren Körper aufbauen. Bei diesem Vorgang geben sie gleichzeitig Sauerstoff, den Mensch und Tier zur Atmung unbedingt brauchen, ab. Mit ihrer riesigen assimilierenden Blattfläche verbessern die Wälder durch die Abgabe großer Sauerstoffmengen laufend die Luft. Für ihr Wachstum benötigen Bäume, Kräuter und Sträucher Nährstoffe, die ihnen der Waldboden in Form von Nährsalzen zur Verfügung stellt. Als Transportmittel brauchen die Pflanzen das Wasser. Das versickernde Wasser löst die Nährsalze auf. Die Pflanzenwurzeln saugen es samt den gelösten Nährsalzen auf, leiten es durch die Gefäße des Stammes zu den Zweigen und zu den Blättern, wo der größte Teil in Form von Wasserdampf an die Luft abgegeben wird. Durch die Pflanzen steigt somit ein unaufhörlicher Wasserstrom aufwärts. An einem Sommertag verdunstet eine Fichte 10 l Wasser, eine Buche 30 bis 40 l, eine Birke sogar 60 bis 70 l. Man hat berechnet, daß eine Hektare Buchenwald pro Tag rund 30 000 l Wasser an die Luft abgibt! Aus diesem Grunde ist die Luft in den Wäldern immer feuchtfriisch.

Die Luft vermag nun aber nicht beliebig viel Wasserdampf aufzunehmen. Bei einem bestimmten Feuchtigkeitsgehalt ist sie gesättigt. Je wärmer die Luft ist, um so mehr Wasserdampf kann sie aufnehmen. Kühlt sich die gesättigte Luft in der Höhe ab, bilden sich Wolken. Bei weiterem Absinken der Temperatur fällt Regen; das Wasser kehrt wieder zur Erde zurück und kann von den Pflanzen erneut aufgenommen werden. Der Kreislauf ist geschlossen.

Wälder wirken ausgleichend auf das Gesamtklima einer Gegend, indem sie regulierend in den Wasserhaushalt eingreifen und die schroffen Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht mildern.



36.1
Laubmischwald

36.3
*Hohlknolliges Lerchensporn
im unbelaubten Wald*



36.2
*Blühende Buschwindröschen im
unbelaubten Buchenwald*

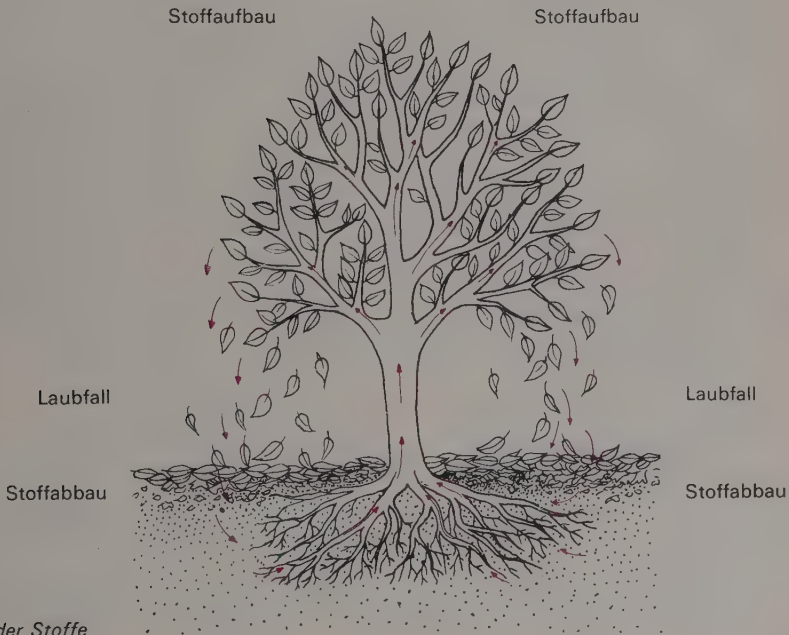
36.10
Urwald von Derborence (Wallis)



Vom Stoffkreislauf

Wenn im Herbst die Tage kürzer werden und die ersten Fröste einsetzen, färben sich die Laubmischwälder bunt. Die Bäume ziehen einen Teil der in den Blättern befindlichen Nährstoffe zurück und bilden anschließend am Grunde der Blattstiele eine Trennungsschicht. Bald darauf fallen die Blätter ab. Eine Korkschicht verschließt die beim Blattfall entstandene Wunde. Da im Winter das Wasser aus dem gefrorenen Boden nur schwer zu beschaffen ist, könnten bei fortdauernder Wasserabgabe der Blätter die Laubbäume austrocknen. Durch den herbstlichen Laubfall entgehen die Laubbäume dieser Gefahr.

Im lockern Waldboden wartet ein riesiges Heer von Organismen darauf, Blätter, absterbende Pflanzen und tote Tiere zu zersetzen. Käfer, kleine Rundwürmer, Insektenlarven und andere Kleintiere zerlegen das Laub und gewinnen daraus Stoffe zum Aufbau ihres eigenen Körpers. Pilze und Bodenbakterien zersetzen das Laub, die pflanzlichen Abfälle und die Ausscheidungen vieler Tiere bis zu den kleinen Bausteinen der Stoffe. Die ausgeglichene Feuchtigkeit und Wärme des Waldbodens sind ausgezeichnete Bedingungen zum Gedeihen und zur raschen Vermehrung dieser kleinen Lebewesen, die beim *Stoffabbau* eine so bedeutende Rolle spielen. Man hat berechnet, daß ein Kilogramm guter Walderde 10 Milliarden Bakterien enthalten kann. Die vollständige Zersetzung von Buchenlaub erfordert drei Jahre. Die im Laub und andern toten Lebewesen enthaltenen wertvollen Stoffe gelangen dadurch allmählich wieder in die Erde zurück und können von den Pflanzenwurzeln mit Hilfe von Wasser erneut aufgenommen werden. Damit ist der Kreislauf der Nährstoffe geschlossen (36.5). Durch die Zersetzung der Organismen und des Laubes wird der Waldboden ständig gedüngt.



36.5
Kreislauf der Stoffe

Bei diesem Stoffkreislauf erfüllen die vielen Regenwürmer eine wichtige Aufgabe. Sie durchfressen unablässig den Waldboden, heben Erde herauf und mischen sie mit den zerlegten Abfallstoffen. Zugleich lockern sie den Boden und bewirken durch ihre vielen Gänge eine gute Durchlüftung des Waldbodens.

Die Waldbewohner — Vom biologischen Gleichgewicht

In einem natürlichen Mischwald, wie er in Abbildung 36.1 abgebildet ist, finden viele Tiere Unterschlupf und Nahrung. Wir könnten uns einen Wald ohne Rehe, Hasen, Füchse, Dachse, Eichhörnchen und Mäuse, die vielen Vögel mit ihrem muntern Gesang und die unzähligen Insekten gar nicht vorstellen. Sie alle beleben den Wald erst recht. Er bietet ihnen einen weiten Lebensraum, worin sie sich gut entwickeln und fortpflanzen können.

Rehe, Hasen, Eichhörnchen, die vielen kleinen Nager, die samenfressenden Vögel und die laubfressenden Insekten ernähren sich ausschließlich von Pflanzen. Ihnen allen bietet der Wald mit dem Laub, den Krautpflanzen, den Borken, den vielen Früchten und Samen einen reich gedeckten Tisch. Mit den pflanzlichen Nährstoffen bauen die *Pflanzenfresser* den eigenen Körper auf, indem sie die aufgenommene Nahrung zu körpereigenen Baustoffen verarbeiten. Gleichzeitig gewinnen sie aus der Nahrung auch die Energie für ihren Lebensbetrieb. Hasen, kleine Nager, Eichhörnchen, Insekten und andere mehr bilden nun die Nahrung der *Fleischfresser*. Füchse, Marder, Raubvögel, Maulwürfe und Waldspitzmäuse bewirken, daß die Pflanzenfresser nicht zu zahlreich werden. Zwischen den *Waldpflanzen*, den *pflanzenfressenden* und *fleischfressenden Tieren* stellt sich ein natürliches *Gleichgewicht* ein. Die Pflanzenfresser dürfen sich nicht beliebig vermehren, sonst zerstören sie durch übermäßige Nutzung die sie ernährende Waldvegetation. Andererseits dürfen sich die fleischfressenden Tiere nicht unbegrenzt vermehren, wollen sie nicht den Bestand der Pflanzenfresser gefährden, von denen sie sich ernähren. Von der Pflanzendecke eines Waldes können viele Pflanzenfresser leben. Bedeutend weniger Fleischfresser jedoch können sich von den Pflanzenfressern ernähren, was in Skizze 36.6 angedeutet ist. Bei diesem fortwährenden Kampf um die Nahrung erliegen vor allem die kranken und schwächern Tiere.

Wenn durch besondere, oft unbekannte Gründe, einzelne Tierarten wie die Schädlinge Borken- und Rüsselkäfer, Holzwespen, Milben, Blatt- und Gallenläuse stark zunehmen, dann vermehren sich in einem natürlichen Wald auch deren Vertilger. Ameisen überfallen sie, oder Schlupfwespen legen ihre Eier in die Larven der Schädlinge. Meisen und Finken, Baumläufer und Spechte suchen eifrig Stämme und Zweige ab und ziehen Ungeziefer hervor. In einem natürlichen Wald stellt sich nach Störungen das *biologische Gleichgewicht* wieder ein.

Das Waldareal unseres Landes

Als sich vor rund 5000 Jahren die Pfahlbauer an den Ufern der Mittellandseen niederließen und ihre Siedlungen anlegten, hatten sie sich durch ein riesiges Urwaldgebiet durchzuschlagen. Mit Steinaxt und Feuer begannen sie, den Eichenmischwald, in dem damals auch schon Tannen und Buchen vertreten waren, zu roden. Die Brandrodungsflächen gaben fruchtbares Ackerland ab. Der ausgedehnte Bau der Siedlungen und das Herstellen der Werkzeuge aller Art erforderten ebenfalls sehr viel Holz.



Fleischfresser



Pflanzenfresser



Pflanzendecke

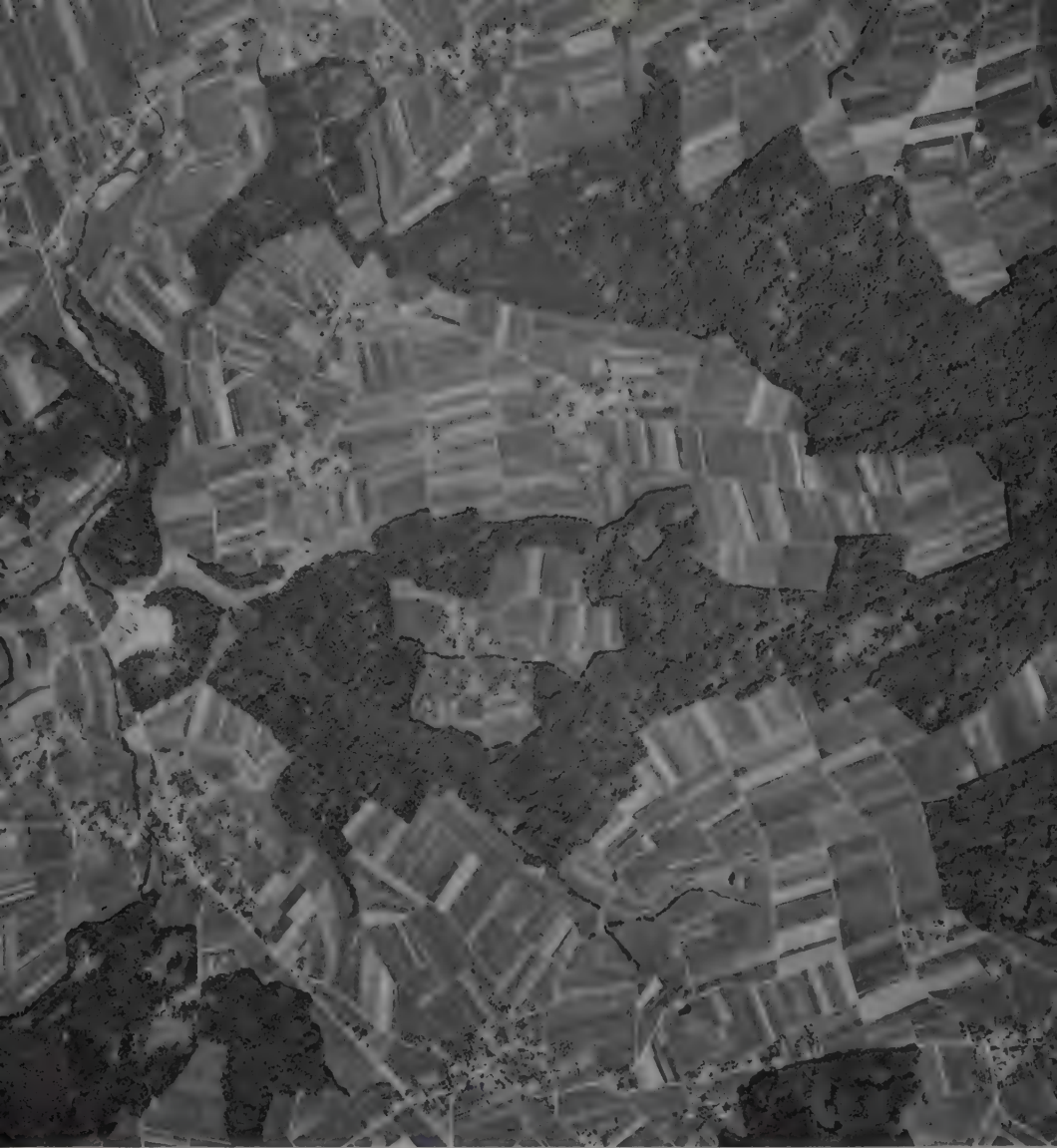
36.6

*Verhältnis von Pflanzendecke,
Pflanzenfressern und Fleischfressern
in einem Wald*

Während der Bronzezeit waren die Siedlungen an den Seeufern schon zahlreicher und größer. Da die Bewohnerzahl noch mehr angestiegen war, mußten die Rodungsflächen für Ackerbau und Weiden stark erweitert werden. Gaben die Bewohner die Siedlungen auf, nahm der vorrückende Wald rasch wieder Besitz von den gerodeten Flächen. Als die Römer unser Land vor rund 2000 Jahren eroberten, bedeckten noch riesige Wälder und Sümpfe weite Landstriche. Die Alemannen, die später von Norden her kommend in unser Land eindrangten, ließen sich in den Waldgebieten nieder, begannen in zäher Arbeit zu roden und Platz für Äcker und Weiden zu schaffen. Bald standen die noch sehr einfach gebauten alemannischen Höfe in größern Waldlichtungen. Wurden die Familien größer, erweiterte man die gerodeten Flächen, so daß es Nahrung für alle gab. Im Verlaufe der Jahrhunderte wurden aus den Hofsiedlungen Weiler, später sogar Dörfer. Viele heutige Ortsnamen wie Reutigen, Rüti, Schwanden, Schwendi, dann auch Sang, Brand und Schlag erinnern an die frühern Rodungen. Auf der Schweizerischen Landeskarte lassen sich oft die frühern Rodungsinseln im Mittelland noch gut erkennen. Dies sieht man auch auf dem Flugbild 36.7.

Vom 6. bis 12. Jahrhundert n. Chr. wurden in sehr abgelegenen Wäldern Klöster gegründet, Romainmôtier, Einsiedeln, Disentis, Chur, St. Gallen und andere mehr, von denen ebenfalls umfangreiche Rodungen ausgingen. Unsere Vorfahren haben bis weit ins Mittelalter hinein den ursprünglichen Wald zurückgedrängt und zersstückelt. Die Abbildungen 36.8 und 36.9 zeigen das zerfetzte Waldkleid des Juras und der Alpen eindrucklich.

Auch in den Alpen wurden zum Gewinnen von Weiden große Flächen gerodet und die Waldgrenze heruntersgesetzt. Ganz unberührte Wälder sind in unserem Lande sehr selten geworden. Man findet sie vereinzelt noch in weit abgelegenen, nur sehr schwer zugänglichen Bergtälern. Wir denken an den unter Naturschutz stehenden



36.7

Luftaufnahme aus dem Rapperswilerplateau (Kt. Bern). Unterhalb der Mitte die Rodungsinsel Vogelsang. Die Rodungsinseln der umliegenden Weiler und Dörfer wurden so stark erweitert, daß sie ineinander übergehen. Das frühere, ausgedehnte Waldgebiet ist stark zerfetzt

Weißtannen-Urwald von Derborence (36.10) im Wallis oder an Waldgebiete im Bereiche des Nationalparks. Die meisten Wälder der Schweiz sind durch die Menschen sehr stark beeinflußt und verändert worden.

Wieviel Wald gibt es denn heute in unserem Lande noch? Insgesamt sind es rund 10 000 km². Das sind ziemlich genau 25 % oder $\frac{1}{4}$ der gesamten Landesfläche. Nimmt diese Fläche gegenwärtig noch zu oder nimmt sie ab? Das Schweizerische Forstgesetz schreibt vor, daß die Waldfläche nicht verkleinert werden darf. Gerodete Flächen müssen durch gleich große Aufforstungen ersetzt werden. Diese gesetzlichen

Bestimmungen waren deshalb notwendig geworden, weil bis zum Ende des letzten Jahrhunderts in vielen Wäldern ein arger Raubbau getrieben worden war. Holz- und Holzkohle ließen sich für die Glas- und Erzgewinnung ausgezeichnet verkaufen. Erst die Verwendung von Steinkohle in der Industrie ließ die Ausfuhr von Holz zurückgehen. Aber auch für den Schiffsbau an der Nordsee und am Mittelmeer wurden häufig Baumriesen gefällt und die Flüsse hinuntergeflößt.

Durch die gesetzlichen Bestimmungen ist der Bestand der heutigen Wälder gesichert. Da in den Alpen und im Jura schlecht zugängliche und wenig ertragreiche Weideflächen nicht mehr beweidet werden, dürften sich hier die angrenzenden Wälder im Verlaufe der nächsten Jahre wieder ausdehnen.

Waldpflege

Unser Land ist an Rohstoffen arm. Vieles müssen wir einführen. Das Holz macht hier als Rohstoff eine Ausnahme. Fabriken und kleinere Betriebe, die Holz verarbeiten, beziehen es direkt aus unsern ausgedehnten Waldungen. Pro Jahr werden in der Schweiz rund 3,7 Millionen m³ Holz geschlagen. Um diese Menge transportieren zu können, wäre ein Eisenbahnzug von rund 250 000 Wagen und einer Länge von mehr als 2000 km nötig. Für das geschlagene Holz gibt es nach einer Zusammenstellung mehr als 3000 Verwendungsmöglichkeiten, dient es doch als Brennstoff, Werkstoff und als Baustoff. Mehr als 4/5 des Holzbedarfes unseres Landes werden durch unsere Wälder bestritten, während wir rund 500 000 m³ im Ausland kaufen und einführen müssen. In den Wäldern arbeiten rund 40 000 Forstleute, 70 000 Einwohner arbeiten in Betrieben, die den Rohstoff Holz zu Dingen des täglichen Bedarfes verarbeiten. Wir müssen nun doch fragen, ob der jährliche enorme Holzschlag nicht zu einer Übernutzung, Ausplünderung und Zerstörung der Wälder führen muß? Nein! Alle Bäume wachsen jedes Jahr, werden höher und kräftiger. In Abständen von 10 bis 15 Jahren werden die Stämme der Waldbäume einzeln vermessen, ihr Volumen und der durchschnittliche Zuwachs pro Jahr errechnet. Jedem Wald darf man jährlich soviel Holz entnehmen, als dem Jahreszuwachs entspricht, ohne daß der Bestand gefährdet wird. Sollen die Wälder immer wieder soviel Holz abgeben, müssen sie sorgfältig gepflegt werden. Um diese Pflege bemühen sich die Forstingenieure, die Förster und Waldarbeiter. Ihr Beruf ist oft hart, aber doch dankbar, weil sie Zeit ihres Lebens mit dem Wald in enger Verbindung stehen. Der Erfolg ihrer Arbeit wird oft erst nach Jahrzehnten sichtbar.

Wirtschaftsformen im Wald

Der moderne Waldbau strebt heute einen möglichst natürlichen Wald an, in welchem verschiedenaltige Nadel- und Laubbäume gemischt vertreten sind. Die Waldbäume gedeihen dann am besten, wenn Standort, Bodenverhältnisse und örtliches Klima ihren Ansprüchen möglichst gut entsprechen.

Noch vor hundert Jahren ging man andere Wege, war man doch darauf bedacht, aus den Wäldern einen möglichst großen Nutzen zu ziehen. Ganze Flächen wurden kahl geschlagen, das Holz abtransportiert. Hierauf pflanzte man aus Tännchenschulen Bäumchen in Reih und Glied aus (36.11). Im Mittelland wurden meistens nur Fichten, die sich später gut verkaufen ließen, angebaut. Durch diese Methode wuchsen gleichaltige Bäume heran, die nach 60 bis 80 Jahren wiederum gleichzeitig geschlagen werden konnten. Nach Jahren und Jahrzehnten zeigten sich jedoch schwer-



36.8

Verteilung des Waldes im Faltenjura. Wiesen und Äcker in den Talsohlen, Weideland auf den Bergrücken und in den Mulden (Combes). Der Wald bedeckt die Steilhänge. Oberhalb der Bildmitte Moutier, links oben der Bielersee

wiegende Folgen dieser Waldbaumethode. Die Kahlschläge erwiesen sich als einschneidende Eingriffe ins biologische Gleichgewicht der Wälder. Die Kronen der gleichaltrigen Bäume schlossen sich so dicht, daß weder Strauch- noch Krautschicht richtig aufzukommen vermochten und eine natürliche Verjüngung ausblieb. Säuger und Vögel mieden diese Wälder, die ihnen zu wenig Nahrung und Schlupfwinkel boten. Bei Platzregen verhärtete der Boden, an Steilhängen wurde er abgespült. Die Zahl der Kleintiere des Bodens wie auch jene der Pilze und Bakterien ging stark zurück. Anstelle der gemischten Laubstreu fiel nur Nadelstreu, die zur Versauerung des Bodens führte, weil Pilze und Bakterien die Nadeln nur schwer abbauen können. Die



36.9

Alpweiderodung im Simmental (Turnen-Niederhorn). Der frühere geschlossene Bergwald ist zerstückelt, die Waldgrenze nach unten verschoben

Fichten suchten in gleicher Höhe die Kronen, in gleicher Tiefe die Wurzeln auszuweiten und beengten sich. Häufig steckten Pilzkrankheiten die Bäume an. In trockenen Sommern breiteten sich unter den Baumrinden die Borkenkäfer massenhaft aus, fraßen den zarten Bast auf, brachten die Bäume zum Absterben und befielen anschließend neue. Die natürlichen Feinde der Borkenkäfer waren nicht mehr da, weil der schwere Eingriff ihnen den natürlichen Lebensraum entzogen hatte. Viele der dünnen Fichten mußten gefällt werden. Kahlschlagflächen mit gleichaltrigen Bäumen sind heute im Mittelland noch verbreitet. Sie verschwinden aber zusehends, weil man zu einer möglichst natürlichen Waldwirtschaft zurückgekehrt ist.



36.11

*Kahlschlag mit nachfolgendem
gleichaltrigem Fichtenbestand*

Mit dem Plenterwald (36.12) sucht der Förster heute den standortgemässen Naturwald möglichst zu erreichen. Dieser Naturwald erhält sich selber, sorgen doch Bäume Sträucher und Kräuter immer wieder für die Aussaat. Im Kampf ums Licht, um Nahrung und Raum kommen die gesündesten Einzelbäume auf. Durch die natürliche Verwesung der Laub- und Nadelstreu, der Stauden, Kräuter, Pilze und Tiere entsteht die lockere Walderde. Vielgestaltig ist das Tierleben dieser Wälder. Das wiederum sichert das natürliche Gleichgewicht unter den verschiedenen Gruppen. Im Plenterwald schlägt man die einzelnen Bäume und schafft dadurch Raum für den Aufwuchs. Beim Femelschlag werden kleinere Flächen geschlagen, worauf der Jungwuchs in Gruppen aufgezogen wird. *Plenterung* und *Femelschlag* sind die heutigen modernen Waldbaumethoden.

Wald und Wasserhaushalt

Wälder können grosse Wassermengen speichern. Bei starken Regenfällen gibt das Kronendach das Wasser an die Strauchschicht und diese an die Kraut- und Moosschicht ab. Viele Tropfen bleiben an den Blättern, Nadeln und Zweigen hängen und verdunsten. Moospolster vermögen sich gleich einem Schwamm mit Wasser vollzusaugen. Ein Teil des Wassers versickert im lockeren Waldboden und bleibt an den Bodenteilchen haften. Ein anderer Teil dringt tiefer, trifft auf lehmige wasserundurchlässige Schichten und tritt in Mulden als Waldquelle wieder hervor. Eine Waldquelle ist etwas Wunderbares. Tagein, tagaus, jahrein, jahraus spendet sie frisches kühles Wasser aus dem unerschöpflichen Vorrat.

Während Acker- und Weideböden nur wenig Wasser aufnehmen und viel Wasser oberflächlich abläuft, speichern gute Waldböden sehr viel. Wälder wirken daher im Wasserhaushalt ganzer Täler ausgleichend.

Aus Gewinnsucht wurden in den vergangenen Jahrhunderten Wälder großer und kleiner Bergtäler niedergeholt. Wir denken an das Haslital, das rauhe Urserental und an das Maggital. In der Folge stürzten nach jedem größeren Unwetter von den entwaldeten Berghängen wilde Wasser ins Tal, die spärliche Walderde mitreißend.



36.12 *Plenterwald*

Die Wildbäche vereinigten sich im Haupttal zu einem reißenden Fluß, der die fruchtbaren Felder verheerend mit Schutt und Schlamm überzog.

In den Alpen sind seit der Einführung des eidgenössischen Forstgesetzes Hunderte von Millionen Franken für Wildbachverbauungen und Aufforstungen ausgegeben worden. Man hatte nicht immer Erfolg. Was vor Jahrhunderten leichtsinnig zerstört worden war, konnte trotz großer Anstrengungen oft nicht wieder aufgebaut werden.

Der Wald als Schutzwald

Drei Viertel aller Wälder unseres Landes sind Schutzwald. Nach dem Eidgenössischen Forstgesetz versteht man darunter Wälder, die im Einzugsgebiet von Wildwassern liegen und solche, die Schutz gegen Lawinen, Stein- und Eisschläge, Erdbeben und gegen schädliche klimatische Einflüsse bieten. Viele Bergtäler wären kaum bewohnbar, wenn Dörfer, Weiler und Einzelhöfe, Ställe, Felder und Wege nicht im Schutze von Waldungen ständen. Die Fläche der Schutzwälder darf nicht verkleinert werden, und Kahlschläge sind verboten. Allzu oft brechen in schneereichen Wintern Lawinen mit ungeheurer Wucht in Schutzwälder ein und reißen große Lücken. Oft gestaltet sich die Wiederaufforstung schwierig und langwierig.

Der Wald als Erholungsraum

Wir leben in einer Zeit, in der sich wie kaum zuvor vieles geändert hat. Die Städte wachsen aufs Land hinaus, Industrieanlagen werden immer mehr erweitert, Naturlandschaften verschwinden. Auch die Lebensweise der Menschen hat sich geändert. Das beschauliche Leben und Arbeiten, wie es sich in älteren Lesebüchern vielfach beschrieben findet, hat in der Stadt und auch auf dem Lande einer hektischen Arbeits- und Lebensweise Platz gemacht. Viele Menschen werden bei ihrer täglichen Arbeit in einen Arbeitsprozeß eingespannt, der von ihnen großen Einsatz und gespannte Konzentration erfordert. Sie empfinden daher in ihrer Freizeit das Bedürfnis nach Entspannung. Die vielen Wälder bieten hier breiten Volkskreisen einen meist leicht erreichbaren, weiträumigen Erholungsraum, der zu jeder Jahreszeit begangen werden kann. Tragen wir dazu Sorge!

37. Verlandung an einem Seeufer

Wir stehen an einem Sommertag am Rande eines Seeufers (37.1). Leicht biegen sich die Schilfhalme im Wind. Libellen schweben in der warmen feuchten Luft. Unser Blick schweift vom Ufergebüsch über das Röhricht zum blühenden Seerosenteppich und dann weiter hinaus zum offenen Wasser. Die voneinander klar abgehobenen *Pflanzengürtel* fügen sich zu einem harmonischen Bild. Wir fühlen uns in eine Naturlandschaft versetzt.

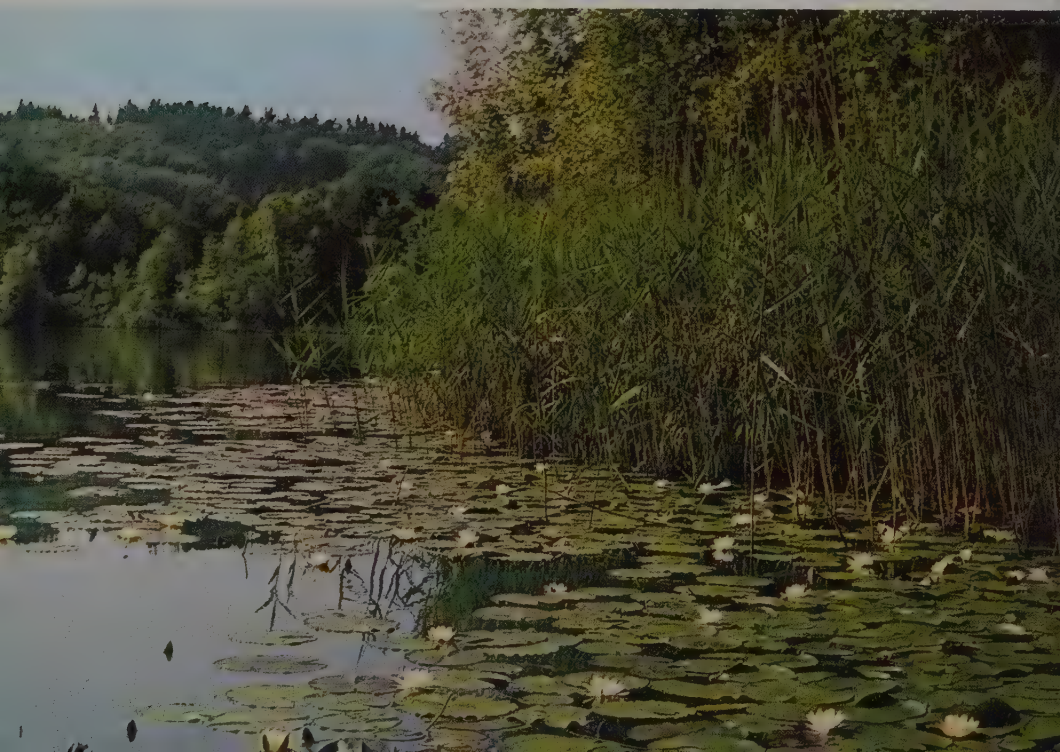
Verfolgen wir nun die Gürtel vom offenen Wasser bis zum Ufergebüsch (37.2). Dort wo der Seegrund zu tief ist, können keine Blütenpflanzen mehr gedeihen. Im Wasser aber schweben besonders zur Sommerszeit Millionen kleinster Lebewesen, das *Plankton*. Es sind dies vor allem *Kieselalgen* (25.11), deren formvollendete Gehäuse wir bewundern, dann auch viele winzige *Krebschen*. Pflanzliches und tierisches Plankton bilden die Grundnahrung vieler Fische. Oft bestehen lange Nahrungsketten, wie dies in Skizze (37.3) dargestellt ist.

Im Verlaufe des Sommers und des Herbstes sterben unzählige der winzig kleinen Organismen des Planktons ab. Sie gleiten auf den Seegrund, wo sie mit unzähligen, sehr feinen Kalkkörnchen, die durch Einwirkung der Pflanzen aus dem Wasser ausgeschieden und abgelagert werden, *Seekreide* bilden.

Gegen das Ufer zu, wo das Wasser nur noch einige Meter tief ist, breiten sich auf dem Seegrund Rasen der zierlichen *Armleuchteralgen* (25.8) aus. Diese starren, stark verzweigten, blütenlosen Pflanzen vermögen noch in über 10 m Tiefe, wo nur spärlich Licht auftritt, zu gedeihen. Oft sieht man die Armleuchteralgen-Wiesen erst

37.1

Vegetationsgürtel am Burgäschisee



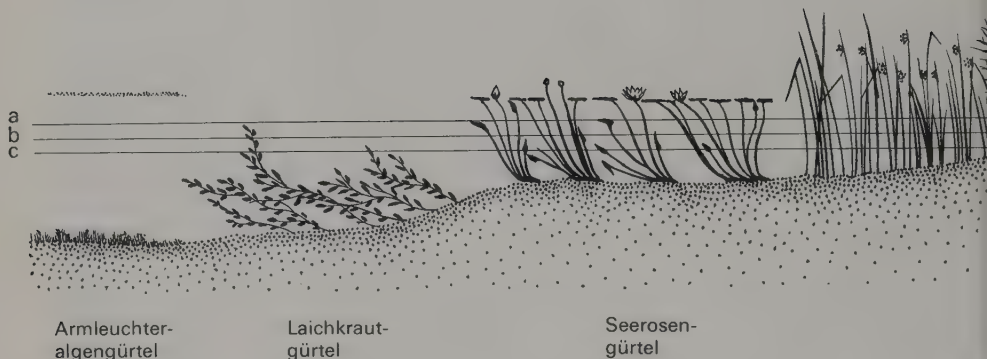
im Winter aus der dämmerigen Tiefe heraufschimmern; denn im Sommer schränkt das Plankton im Wasser die Sichttiefe erheblich ein. In den Armleuchteralgen-Rasen findet sich eine reiche Tierwelt: Schnecken, Milben, Faden- und Strudelwürmer, Urtierchen und viele andere mehr. Tauchende Wasservögel durchstöbern diese Algenwiesen häufig.

Gegen das Land zu schließt der *Laichkrautgürtel* an. Die Laichkräuter wurzeln auf dem Grund des Sees und leben zur Hauptsache untergetaucht. Nur zur Blütezeit im Hochsommer heben sie ihre Blütenähren über den Wasserspiegel empor. Treten sie massenhaft auf, gleicht die Wasserfläche einem Stoppelfeld. Im Frühling und Herbst gedeihen dazwischen häufig grüne und braune Watten von zierlichen *Jochalgen* (25.9). Der Laichkrautgürtel bietet vielen Fischen zahlreiche Verstecke und Laichplätze. Hier finden sie reichlich Futter, da es oft von Insektenlarven wimmelt. Enten und Wasserhühner halten sich hier ebenfalls häufig auf. Sie fressen die krautigen Blätter und die Samen dieser Wasserpflanzen. Im Herbst sterben die Laichkräuter ab. Oft sind ihre Blätter von Kalkkrusten überzogen. Sie bilden auf dem Grund ebenfalls Seekreide, oft aber auch dunkelbraunen, feinen Schlamm.

Der Seerosengürtel ist, falls der Seegrund nur schwach geneigt ist, meistens breit entwickelt. Die Pflanzen wurzeln im Schlamm am Grunde, entwickeln lange Stengel und breiten ihre großen Blätter auf der Wasseroberfläche aus. Wundervoll ist der Gürtel zur Blütezeit. Die großen weißen Blüten der Seerose liegen als helle Sterne über die ganze Fläche hingestreut. Die prachtvolle *Gelbe Teichrose* hebt ihre großen Blütenköpfe über den Wasserspiegel empor.

Die Pflanzen des Laichkrautgürtels und des Seerosengürtels sind ganz ans Leben im Wasser angepaßt. Ihre Wurzeln wuchern weitgehend im Schlamm, wo ihnen der Sauerstoff fehlt. Ohne Sauerstoff können sich ihre Lebensvorgänge aber nicht abspielen, insbesondere ist die Nährstoffaufnahme gehemmt. Die Stengel der Pflanzen sind nun aber von oben bis unten von besonderen Luftkanälen durchzogen, durch die den Wurzeln Sauerstoff zugeführt wird. Wasser und Nährsalze können mit der ganzen Körperoberfläche aufgenommen werden. Die Gefäße sind meistens nur schlecht ausgebildet. Da die Pflanzen vom Wasser getragen werden, brauchen sie auch kein Festigungsgewebe. Kommen sie aber unvermittelt ans Trockene zu liegen, erschlaffen sie sehr rasch.

Das Röhricht oder der *Binsen- und Schilfgürtel* bildet hinter dem Seerosengürtel ein undurchdringliches Dickicht. Bei Schilf und Binsen stehen nur die «Füsse im Wasser». Obschon diese Pflanzen schon sehr stark ans Leben am Land und an der Luft angepaßt sind, sind sie doch noch ans Wasser gebunden. Die prachtvolle *Seebirse* bildet an sehr hohen, leicht gebogenen Stengeln einige braune Ährchen aus. Da sie meistens keine Blätter entwickelt, assimiliert sie mit dem grünen Stengel. Das Schilf, ein 2 bis 4 m hohes Gras, bildet dichte Bestände. Seine unterirdischen Sprosse durchwuchern den Schlamm, festigen ihn und treiben zahlreiche neue Halme. Wo der Schilfbestand von kleinen Bächlein durchzogen wird, entwickeln sich *Rohrkolben*, die «Kanonenputzer». Der Schilfgürtel ist nur schwer zugänglich. Für viele Wasservögel und auch für Singvögel, die am Wasser leben, bildet er ein sicheres Brutgebiet. Hier bauen *Haubentaucher* und *Bläbhühner* ihre Schwimmnester, die dem jeweiligen Wasserstand entsprechend gehoben oder gesenkt werden. Im Schutze des Röhrichts brüten diese Vögel ihre Eier aus. Nach dem Schlüpfen der Jungen bleibt das Nest noch für Wochen ein sicherer Zufluchtsort. Während das



37.2

Pflanzengürtel an einem Seeufer, schematisch, a) Hochwasserstand, b) Mittlerer Wasserstand, c) Niedrigwasserstand

Bläßhuhn sich hauptsächlich von Wasserpflanzen wie Laichkräutern, Tausendblatt und Wasserpest, aber auch von Wasserinsekten, Larven, Würmern und Schnecken ernährt, fängt der Haubentaucher vor allem Fische.

Der *Fischreiher* brütet selten im Röhricht; er baut seinen Horst auf einem Baum, hält sich aber häufig in der Nähe des Wassers auf, wo er reichlich Nahrung findet.

Drosselrohr- und *Teichrohrsänger* bauen kunstvolle Hängenester, die sie an einigen Schilfhalmern befestigen. Der rauhe, anhaltende Gesang des Drosselrohrsängers tönt knarrend laut weithin durch das Schilf. Der Teichrohrsänger singt ebenfalls anhaltend, doch streut er in seinen ebenfalls rauhen Gesang auch angenehme und nachgeahmte Laute ein.

Der *Groß-Seggen* schließt an den Schilfgürtel an. Die *Hohe Segge* bildet hier säulenartige Polster, dazwischen liegen schlammige Mulden. Bei Hochwasser werden die Mulden überflutet, so daß die grünen Horste oder «Pöschchen» aus dem Wasser ragen. Landeinwärts wachsen die Horste in die Breite, die Tälchen dazwischen werden geschlossen, wodurch fester Boden entsteht, der wohl noch stark durchnäßt, aber nur selten überflutet wird. Hier finden wir denn neben andern Riedgräsern auch den gelbblühenden *Gemeinen Weiderich*, das zierliche, blaublütige *Helmkraut*, die wundervollen roten Blütenstände des *Blut-Weiderichs* und den *Sumpf-Haarstrang* mit seinen harmonisch geteilten Blättern und viele andere. Dieser Gürtel wird zum *Ried*, zu einem *Flachmoor*, das des hohen Grundwasserspiegels wegen immer noch sehr naß sein kann. *Lachmöven* bevorzugen als Nistorte die wasserumspülten Seggenhorste wie auch die mehr oder weniger trockenen Riedgrasbestände.



Binsen- und Schilf-
gürtel

Gross-Seggen-
gürtel

Ufergebüsch

Das *Ufergebüsch* bildet den äußersten Gürtel. Es wird von Bäumen und Sträuchern gebildet, die große Nässe ertragen, wie *Schwarz-Erle*, *Asch-*, *Ohr-* und *Silber-Weide*, oft auch von *Schwarz-* und *Silber-Pappeln*.

In den einzelnen Gürteln wachsen Pflanzen, deren Ansprüche an den Standort ähnlich sind. Die Ausdehnung der verschiedenen Gürtel hängt zur Hauptsache von der Wassertiefe und auch von der Bodenbeschaffenheit ab. Infolge von Schneeschmelze, Unwetter oder auch von längern sommerlichen Trockenzeiten können erhebliche Wasserstandsschwankungen auftreten, die für die Pflanzen veränderte Lebensbedingungen schaffen und bei längerem Anhalten sogar die Ausdehnung einzelner Gürtel beeinflussen können.

Verlandung

Jedes Jahr sterben die oberirdischen Teile der Pflanzen aus den verschiedenen Gürteln ab und werden am Grund abgelagert. Der Bodenauftrag ist beim Plankton gering, im Laichkraut- und Seerosengürtel schon stärker. Das Röhricht lagert Jahr für Jahr große Mengen abgestorbener Pflanzenteile ab, die unter Wasser zu Torf werden. Der Seeboden in Ufernähe wächst und wächst und erscheint schließlich über dem Wasserspiegel. Der Bodenauftrag ist im Binsen- und Schilfgürtel am stärksten. Sobald hier aber dem Wasser der Zutritt für längere Zeit verwehrt ist, verliert das Schilf nach und nach seine ihm zusagenden Lebensbedingungen. Der Schilfgürtel verschiebt sich dann allmählich seewärts an die Stelle des Seerosengürtels, und dieser nimmt langsam vom Platz des Laichkrautgürtels Besitz. Auf diese Weise löst ein Gürtel den andern ab. Alle schieben sich mehr und mehr gegen die offene Wasser-

fläche vor. Dadurch *verlanden* unsere kleinen Tümpel, Teiche und Seen. Viele sind im Mittelland im Verlaufe von Jahrhunderten verschwunden. Wohl bestanden nach der Verlandung noch lange Zeit nasse *Flachmoore*, *Rieder*, doch wurden diese im Verlaufe der Zeit künstlich entwässert und zu fruchtbarem Ackerland umgestaltet. Dadurch verloren zahlreiche Sumpfpflanzen ihren Standort und gingen ein. Unsere einheimische Pflanzenwelt ist durch die Entwässerungen um viele Sumpfpflanzen ärmer geworden! Tragen wir Sorge zu den noch bestehenden größeren und kleinern Seen, den Tümpeln und Teichen. Sie bilden noch heute inmitten weiter kultivierter Flächen ursprüngliche Naturlandschaften und bieten zahlreichen bedrohten Pflanzen- und Tierarten einen letzten Lebensraum.



37.3

*Nahrungskette im See: Kieselalgen —
Kleinkrebse — Jungfische —
Haubentaucher*

38. Hochmoor

Begeben wir uns in ein Hochmoor und lassen wir uns vom Reiz dieser eigenartigen und immer seltener werdenden Lebensgemeinschaft gefangennehmen. Bei ausgedehnten Hochmooren (Jura!) müssen wir meistens am Rande einen kleinen, trockenen Hang ersteigen. Plötzlich treten die Fichten des das Moor umsäumenden Waldes zurück. Federnd schreiten wir auf nassen *Torfmoospolstern*, die in allen Schattierungen vom dumpfen Graugrün bis zum kräftigen Braun oder Rostrot aufleuchten, ins Moor hinein. Hier öffnet sich uns eine fremdartige Welt. In lichten Beständen stehen auf nassem Grunde niedrige *Bergföhren*, deren schwarzgraue Stämmchen über und über mit *Flechten* behangen sind. Das ernste Dunkelgrün dieser Zwergwälder wird da und dort durch das freundlichere Grün der *Moor-Birke* unterbrochen (38.1).

Der sumpfige Moorboden, in den wir beim Stehenbleiben immer wieder einzusinken drohen, ist stark gewellt. Höcker aus Torfmoospolstern, *Bulte*, wechseln mit feuchten Einsenkungen, den *Schlenken*, ab. Das Hochmoor wächst nämlich nicht überall gleich stark. An reichlich durchfeuchteten Stellen entwickeln sich die Torfmoospolster üppig und wölben sich so lange auf, bis sie nicht mehr genug Wasser kriegen und ihr Wachstum einstellen müssen. Hierauf wölben die Torfmoose der Schlenken Buckel auf, bis sie die ersten übergipfelt haben und diese zu Schlenken geworden sind. Auf diese Weise lösen sich Bulte und Schlenken im Wachstum gegenseitig ab und heben die Mooroberfläche immer weiter in die Höhe.

38.1

Hochmoor am Etang de la Gruère
(Berner Jura)



Wenden wir uns jetzt aber den wenigen Sträuchlein und Krautpflanzen zu, die auf dem kargen Moorboden zu gedeihen vermögen. Da finden wir die uns wohlvertraute *Heidelbeere*, die an den scharfkantigen Ästen und den frisch grünen Blättern leicht kenntlich ist. Eine nahe verwandte Art, die *Moor- oder Rauschbeere* (38.2), bildet oft weithin niedrige Büsche. Das dumpfe Blaugrün verleiht der Mooroberfläche einen eigenartigen Reiz. Die *Preiselbeere* (38.3), eine weitere verwandte Art, ist eine kleine Pflanze, deren derbe, lederige Blätter dunkelgrün glänzen, einen umgerollten Blatt- rand haben und auf der Unterseite von Punkten übersät sind. Wenn wir uns nicht bücken, übersehen wir allzuleicht die *Gemeine Moosbeere* (38.4). Das überaus zarte Pflänzchen mit den fadenförmigen, ausgebreiteten Ästen schmiegt sich den Torfmoospolstern eng an. Seine zierlichen, hellroten Blüten sind von vollendeter Schönheit.

Ein Kleinod besonderer Art ist die *Rosmarinheide* (38.5). Ihr Stämmchen kriecht auf dem Moorboden, läßt aber Ästchen mit länglichen Blättern aufsteigen. Die Rosmarinheide bildet im Sommer kleine glockige, blaßrote Blüten aus. Die eben genannten Pflanzen gehören alle zur Familie der *Heidekrautgewächse*.

Auf trockenen Standorten des Moores gesellt sich eine weitere Art der gleichen Familie bei: die *Besenheide* (38.6) oder das *Heidekraut*. Wo es üppig gedeiht, verwandelt es das Moor vom Juli bis zum September in einen violett-roten Teppich.

Im Sommer finden wir regelmäßig auch die schlanken biegsamen Halme des *Scheidigen Wollgrases* (38.7) mit den schneeweißen Schöpfen. Wenn sie unter den Bergföhren zu Hunderten zerstreut stehen, bilden sie als helle, lichte Flecken einen reizvollen Kontrast zum ernsten Dunkelgrün der Nadelbäume.

Auf vereinzelt Hochmooren des Juras, seltener auch in den Alpen, findet man die *Zwerg-Birke* (38.8).



38.2
Moor- oder Rauschbeere



38.3
Preiselbeere

Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt in Europa ganz im Norden. Als *Überbleibsel* (Relikt) der letzten oder vorletzten Eiszeit fristet sie bei uns ihr Leben ausschließlich auf Hochmooren. Sie bedarf des strengsten Schutzes.

Auf Hochmooren finden wir außerdem einen oft beschriebenen Ernährungsspezialisten, den *Rundblättrigen Sonnentau* (38.9) verbreitet. Durch Fang kleiner Tierchen, die er auf seinen klebrigen Blättern mit Hilfe von Verdauungssäften aus den Drüsen der einwärts gekrümmten Fangarme verdaut, verschafft er sich zusätzliche Nahrung.

Hochmoore sind *artenarm*. So weit wir auch gehen mögen, immer treffen wir die wenigen genannten Bäume, Sträucher und Krautpflanzen an. Diese immer wiederkehrende gleiche Artenzusammensetzung verleiht denn auch dem Moor den fast traurigen, melancholischen Ausdruck. Moore sind dagegen reich an *Flechten*. Stämme und Äste der Bergföhren sind reich behangen, Nadelstreu und morsche Strünke oft dicht besetzt. Flechten sind eigenartige *Doppelwesen*. Ihr Lager wird von einem Pilz und einer Alge, die miteinander in *Lebensgemeinschaft* leben, gebildet. Die hohe Luftfeuchtigkeit in den Mooren verschafft ihnen ausgezeichnete Lebensbedingungen.

Hochmoore entstehen über Flachmooren. Nach reichlichen Niederschlägen sind viele Flachmoore überschwemmt. Da abgestorbene Flachmoorpflanzen im Wasser nur unvollständig zersetzt werden, bildet sich Torf. Dadurch kann die Mooroberfläche über den Grundwasserspiegel hinauswachsen. Ist das Moorwasser nährstoffarm, beginnen sich die anspruchslosen Torfmoose stark zu vermehren. Sie bilden große Polster, die sich zusammenschließen und in die Höhe streben, während die untern Teile der Pflänzchen absterben und vertorfen. So bauen die kleinen Torfmoose die riesige Torfmasse auf.



38.4
Gemeine Moosbeere



38.5
Rosmarinheide

In den Blättchen der Torfmoose wechseln große gefüllte Wasserzellen, deren Wände zusätzlich noch durch Ringe verstärkt sind, mit schmalen, Blattgrünkörnchen enthaltenen Blattzellen (38.11) ab. Der Bau der Blättchen erklärt uns, warum jedes Torfmoospflänzchen das 10- bis 20-fache seines Volumens an Wasser speichern kann. Ein Hochmoor gleicht daher einem riesigen tiefendnassen Schwamm. Die Mooroberfläche kann nach einer mehrere Tausend Jahre dauernden Entwicklung beträchtlich über die Umgebung hinausragen. Zuflüsse mit Nährsalzen können die Mooroberfläche nicht erreichen. Die Pflanzen der Hochmoore leben denn auch nur vom *Wasser der Niederschläge* und dem spärlichen *Flugstaub*, den die Winde herbeiwehen. Es gibt nur ganz wenige anspruchslose Pflanzen, die auf diesen extremen Standorten gedeihen können. Die Artenarmut ist daher verständlich.

Die eigentümliche, unberührte Pflanzenwelt wirkt als Ganzes ursprünglich und vermag ungemein zu fesseln. Hochmoore sind zu jeder Jahreszeit schön. Eindrücklich sind die Stimmungen, die sich je nach Wetterlage im Moor einstellen; wölbt sich ein blauer Sommerhimmel darüber, erscheint es licht und freundlich, naht hingegen ein Sturm, kann es grau, bedrohend, ja bedrückend wirken. Leider sind in den Kriegsjahren die meisten unserer Hochmoore durch Torfgewinnung teilweise oder ganz zerstört worden.

Moore als Archive

Hochmoore sind über Flachmooren entstanden; die Flachmoore wiederum sind aus der Verlandung kleiner Seen hervorgegangen. Mit verhältnismäßig einfachen Handbohrern lassen sich in Flach- und Hochmooren Bohrungen durchführen. Die gewonnenen Bohrkern geben Aufschluß über die Entstehung eines Moores



38.6
Besenheide oder Heidekraut



38.7
Scheidiges Wollgras



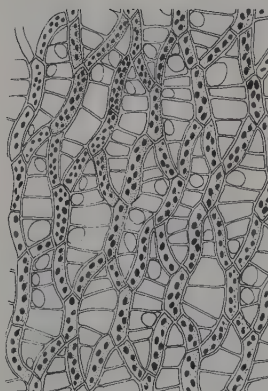
38.8
Zwerg-Birke



38.9
Rundblättriger Sonnentau



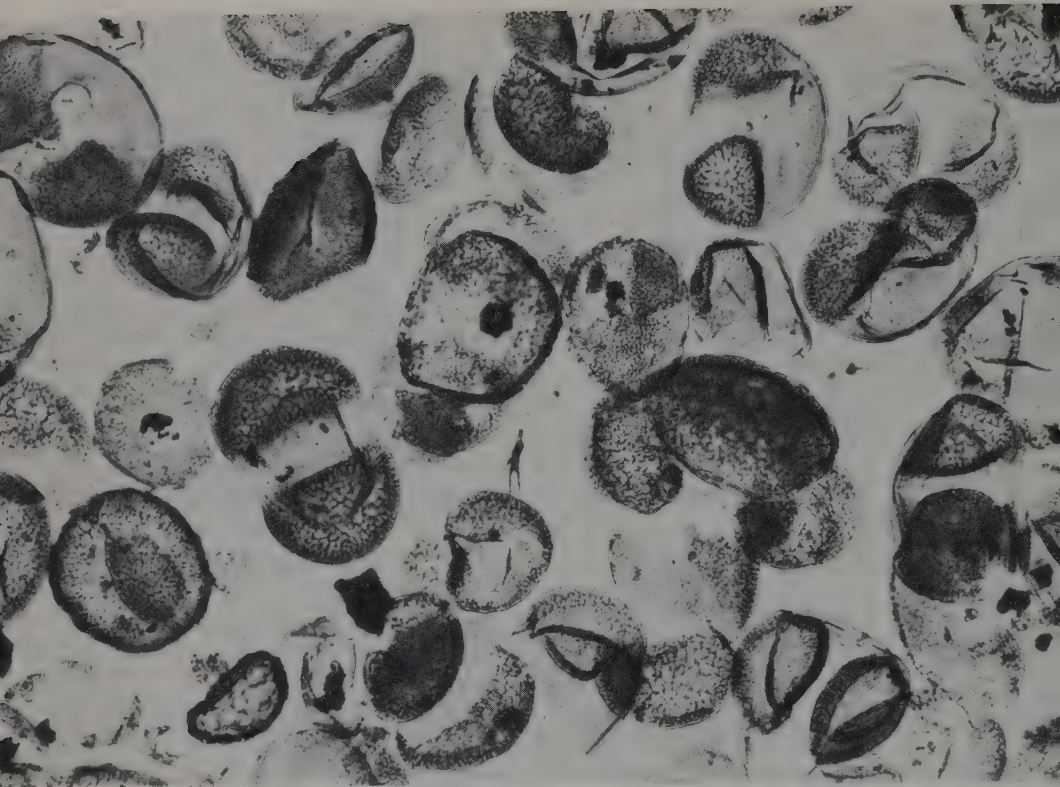
38.10
Torfmoospflänzchen
natürliche Grösse



Blattzellen
mit Blattgrün-
körnchen
Wasserzellen

38.11
Ausschnitt aus
einem Torfmoosblättchen, ca. 250x

Ganz unten dichtet grauer Ton die Mulde, in der das Moor liegt, ab. Dieser Ton wurde häufig von den Schmelzwässern der Gletscher, die sich am Ende der letzten Eiszeit ins Alpeninnere zurückzogen, eingeschwemmt und abgelagert. Über dem Ton liegt meistens eine hellweiße Schicht Seekreide, die nach oben mehr und mehr von winzigen Teilchen braunen, organischen Materials durchsetzt ist. Darüber folgt eine Schicht feinen schwarzbraunen Schlammes, dann Schilf-Torf, Seggen-Torf und schließlich Hochmoor-Torf (Torfmoose). Diese *Reihenfolge* der verschiedenen Ablagerungen deutet den *Verlandungsvorgang* und die daran anschließende *Hochmoorbildung* an.



38.12

Fossile Pollenkörner von Weißtannen und Fichten, ca. 120x

Schaut man kleine Proben der verschiedenen Ablagerungen, die man sorgfältig aufbereitet hat, unter dem Mikroskop durch, entdeckt man zwischen den pflanzlichen Resten *Pollenkörner* in großer Zahl (38.12).

In der Umgebung eines Moores blühen jedes Jahr viele Bäume, Sträucher und Kräuter. Der Wind erfaßt unzählige der winzigen, leichten Pollenkörner und trägt sie weg. Fallen sie auf Weiden, Äcker oder Wege, werden sie an der Luft bald zersetzt. Auf Seen schwimmen sie vorerst auf der Wasseroberfläche (Schwefelregen) und gleiten dann allmählich auf den Seegrund, wo sie mit Ton-, Kalk- oder Schlammteilchen abgelagert werden. In Hochmooren bleiben die Pollenkörner leicht an der feuchten Oberfläche hängen. Hier werden sie von den rasch wachsenden Torfmoosen eingeschlossen. Seit Jahrtausenden ist auf diese Weise der jährlich niedergehende Pollenregen aufbewahrt worden.

Die durch Bohrungen gewonnenen Pollenkörner kommen nach sorgfältiger Aufbereitung oft so frisch zum Vorschein, als wären sie erst in jüngster Zeit und nicht vor 10 000 Jahren abgelagert worden. Da die Pollenkörner der Bäume in der Form sehr verschieden sind, lassen sie sich leicht voneinander unterscheiden. Durch Auszählen von Pollen einer bestimmten Schicht des Moores kann man herausfinden, aus welchen Bäumen die Wälder der nähern Umgebung damals zusammengesetzt waren, als die Schicht abgelagert wurde. Durch Untersuchung vieler Schichten verschiedener Tiefe läßt sich die *Wald- und Vegetationsgeschichte* einer Gegend oft bis zur letzten Eiszeit nachweisen.

Nach dem Eisrückzug siedelten sich aus den öden Gletschervorfeldern bald erste Pionierpflanzen an. Rund 11 000 Jahre v. Chr. begannen sich dann *Wachholder*, *Birken* und *Weiden* kräftig auszubreiten. Lichte *Birkenwälder* mit Föhren lösten darauf diese Sträucher ab. Um rund 9000 v. Chr. waren das ganze Mittelland wie auch die Hänge des Juras und der Alpen bis hoch hinauf mit *Föhrenwäldern* bedeckt. Nach vorübergehender Auflichtung breiteten sich von rund 8200 v. Chr. weg *Haselgebüsche* mit *Eichen* und *Ulmen* aus. Um rund 6000 v. Chr. herrschten in einer gegenüber heute klimatisch günstigeren Zeit riesige *Eichenmischwälder* mit *Ulmen*, *Linden*, *Ahornen*, *Eschen* und Haselsträuchern vor. Von rund 4000 v. Chr. wanderte die *Weißtanne*, gefolgt von der *Buche*, ein, während sich die *Fichte* erst nach 3000 v. Chr. auszubreiten begann.

Unsere Wälder haben demnach im Verlaufe der Geschichte tiefgreifende Umwandlungen erfahren.

In den Mooren ist die Wald- und Vegetationsgeschichte aufgeschrieben. Zerstört man die Moore durch Torfstechen, zerstört man zugleich eine wertvolle geschichtliche Quelle. Gut erhaltene Moore sollten deshalb heute unbedingt geschützt werden.

38.13

Kaltenbrunnenmoor oberhalb Meiringen. An die Wasserfläche schließt ein Flachmoor an. Übergangsmoore leiten zu hochmoorartigen Stellen über. Das prachtvolle Moor steht unter Naturschutz. Im Hintergrund die Engelhörner.



Anregungen zur Gestaltung dieses Buches wurden folgenden Werken entnommen:

- Aichele, D., Schwegler, W., 1967:* Unsere Moos- und Farnpflanzen. Kosmos, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart
- Aulich, K., 1965:* Pflanzenkunde. Verlag Sauerländer, Aarau
- Becherer, A., Binz, A., 1970:* Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz. Schwabe und CO Verlag, Basel
- Chanson, M., Egli, K., 1962:* Pflanzenkunde. Kant. Lehrmittelverlag des Kantons Zürich
- Ellenberg, H., 1963:* Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Eugen Ulmer, Stuttgart
- Ewald, E., 1963:* Pflanzenkunde I + II, Bayerischer Schulbuchverlag, München
- Fischer, L. + E., Rytz, W., 1944:* Flora von Bern. Verlag Benteli AG, Bern-Bümpliz
- Frey-Wyssling, A., 1949:* Stoffwechsel der Pflanzen. Büchergilde Gutenberg, Zürich
- Frey, E., 1959:* Pflanzenkunde. Verlag Paul Haupt, Bern
- von Frisch, K., 1967:* Biologie. Bayerischer Schulbuch-Verlag, München
- Heiligmann, W., Janus, H., Länge, H., 1964:* Die Pflanze, Band 1 + 2. Ernst Klett Verlag, Stuttgart
- Höhn, W., Zollinger, H., 1942:* Vegetation an einem Seeufer. Kommentare zum Schweizerischen Schulwandbilderwerk, VII. Bildfolge. Verlag des Schweizerischen Lehrervereins
- Huber, B., 1956:* Die Saftströme der Pflanzen. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg
- Landolt, E., 1961:* Unsere Alpenflora. Verlag Schweizer Alpen-Club, Zürich
- Leish, J. Mc., Snode, B., 1966:* Looking at Chromosomes. Macmillan, London
- Linder, H., 1966:* Biologie. J. B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- Mackean, D. G., 1968:* Einführung in die Biologie. BLV München, Basel, Wien
- Mevius, W., 1959:* Taschenbuch der Botanik. Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- Moor, M., 1962:* Einführung in die Vegetationskunde der Umgebung Basels. Lehrmittelverlag des Kantons Basel-Stadt
- Strasburger, 1971:* Lehrbuch der Botanik. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- Tschumi, P.-A., 1970:* Allgemeine Biologie. Verlag Sauerländer, Aarau
- Walter, H., 1961:* Grundlagen des Pflanzensystems. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

Register

Alle Angaben verweisen auf Seitenzahlen. Kursiv: ausführlichere Hinweise; Stern: Abbildungen.

Ablagerungen 223
 Adlerfarn 130*, 131
 Agar-Agar 145
 Ahorn 109*, 110*, 119, 225
 Ähre, Ährchen 50*, 51
 Ährengräser 56*
 Ährenrispengräser 56*
 Alemannen 207
 Algen 145—150, 156, 157
 Algengürtel 145*
 Alkohol 198—200
 Alkoholranke 200
 Alkoholwirkung 200
 Alpenazalee 186*, 188
 Alpweiderodung 206, 211*
 Ameisenpflanzen 116
 Anhängsel 44, 45*, 113
 Anis 84
 Antibiotika 143, 154
 Apfel 33*
 Apfelbaum 34
 Arbeitsteilung 166, 167,
 175, 178, 181
 Armllechteralgen 145*,
 146, 214, 217*
 Arnika 90, 91*
 Arnstab 113, 202
 Art 11, 13*
 Artischocke 90, 93*
 Arve, Arvenholz 106*
 Asche 170, 171*
 Assimilation 180, 181, 190,
 192—194, 195, 196,
 197
 Assimilationsvorgang 194*
 Aster 86, 175
 ätherische Öle 49, 84
 Atmung 195—197
 Atmungswärme 197*
 Atropin 78
 Aubergine 78
 Äugeln 41*
 Augentierchen 148*, 166
 Aurikel 12*, 64
 ausdauernde Pflanzen 61
 Ausläufer 36*, 37*, 43, 62,
 84
 Bach-Nelkenwurz 38*, 64
 Bakterien 70, 143,
 151—155, 205
 Balsamine 175
 Bärenklau 84
 Bären-Lauch 17*, 22, 113,
 202
 Bärentraube 183*, 188
 Bärlappgewächse 156
 Basilikum 49
 Bast 104, 105*, 178, 211
 Bastard 64, 66*
 Bauchpilze 141
 Baumgrenze 106

Baumschicht 201, 213*
 Baustoffe 9, 20, 193
 Bedecktsamige Gewächse
 103, 104*, 156, 157
 Beere 22, 77*, 113
 Befruchtung 19, 68—69*,
 128, 133, 134
 Benediktenkraut = Gemeine
 Nelkenwurz 38*, 64, 113
 Berberitze 113, 115*, 159,
 160*, 202
 Berg-Ahorn 109*
 Berg-Föhre 101, 102*, 103*,
 219
 Berg-Nelkenwurz 39*, 64
 Berg-Ulme 110*
 Besenheide-Heidekraut 220,
 222*
 Bestäubung 18, 19, 34, 35,
 46*, 49, 63*—65, 98,
 102, 103
 Bestockung 52*
 Bevölkerungsexplosion 60
 Bienen 18, 19, 34, 35, 43,
 46*, 89, 97, 98
 Bildungsgewebe 178
 Bingelkraut 202
 Binsen- und Schilfgürtel 215,
 216*
 Biologisches Gleichgewicht
 206
 Birke 185, 202, 225
 Bisamhyazinthe 23, 24*
 Blasenfarn 129*, 131
 Blasenkirsche 79*, 80
 Blasantang 145, 147*
 Blässhuhn 215
 Blatt 179—181
 Blattader 179*, 180*, 182
 Blattbau 180*
 Blätterpilze 140
 Blattformen 31*
 Blattgrünkörnchen 141, 161,
 162*, 179*—181*, 190—
 192, 197, 222, 223*
 Blatthäutchen 52*
 Blattkohl 30*
 Blattranken 70*, 72*
 Blattrosette 9*, 31*
 Blattscheide 52*
 Blattschuppen 27*
 Blattspreite 14, 15*, 52*,
 179*
 Blattstellungen 31*
 Blattstiel 14, 15*, 179*
 Blattverwandlungen 14*—15*
 Blaualgen 149*, 150*
 Blumenkohl 30*
 Blütenbecher 33*, 34
 Blütenhalbquirl 43*
 Blütenhüllblatt 15*, 18*
 Blütenhülle 10*

Blütenpflanzen-Samen-
 pflanzen 156
 Blütenpflanzen, Übersicht
 112
 Blütenstände 32*
 Blütenstaub 67*, 101*, 223*
 Bodenbakterien 151, 205
 Bohnen 74
 Bohnenkeimlinge 122*
 Bohnenkraut 49
 Bohnensame 120*
 Borke 104, 105*, 178
 Borkenkäfer 211
 Borstendolde 113, 116*
 Brandpilze 144
 Braunalgen 145*, 147*
 Braunwurz 117*, 118
 Brombeerstaude, -beere 37*,
 113
 Bronzezeit 207
 Brot 54
 Brunnenlebermoos 136,
 137*, 156
 Brustwurz-Engelwurz 83*,
 84, 119
 Brutbecher 136, 137*
 Brutknollen 61*, 62
 Brutknospen 25*
 Brutkörperchen 136
 Brutzwiebel 20*
 Buche 108*, 201, 202, 225
 Buchenfarn 130*, 131
 Buchs-Kreuzblume 186*,
 188
 Bult 219
 Burgunderblutalge 149*,
 150*
 Buschwindröschen 202,
 204*
 Christrose 14
 Chromosomen 162, 163*,
 164
 Chrysanthemen 86
 Dähle 101*
 Dahlie 90, 91*
 Darmwanderer 113
 degenerieren 62, 77
 Diagramm 18*, 26*
 Dickenwachstum 178
 Diffusion 169*
 Dill 84
 Dinkel-Korn 53*
 Dinobryon 148*
 Dolde, Döldchen 9*, 82*
 Doldengewächse 81—85
 Doldenstrahlen 82*
 Dörren 143, 153
 Drosselrohrsänger 216
 Düngung 173, 174, 205

- Edelreis 35*
 Edelrose 41, 42*
 Edelweiß 90, 93*, 188
 Efeu 202
 Ehrenpreis 118*, 119
 Eibe-Taxus 107*, 184*, 185, 202
 Eiche 109*, 201, 225
 Eichenmischwald 206, 225
 Eierschwamm 140
 Eikern 68, 69*
 Einbeere 17*, 22, 113, 202
 eingeschlechtliche Blüten 95*, 97*, 100*
 einhäusige Pflanzen 94, 100*, 102
 einjährige Pflanzen 61
 einkeimblättrige Pflanzen 23, 112, 123*
 Einsalzen 153
 einzellige Pflanzen 146*, 148*, 149*, 166
 Eiszeit 224
 Eiweiß 55, 74, 161, 193
 Eizelle 69*, 121, 133, 134, 136, 165*
 Endknospe 30*
 Energie 185, 196, 197, 199, 200
 Engelsüß 129
 Enzian 64, 66*
 Erbsen 74, 121*
 Erdbeeren 36*, 62, 185
 Erdnuß 74
 Erdstern 141, 142*
 Erholungsraum 213
 Erlen 111*, 202, 217
 Ersatzzwiebel 20*
 Esche 111*, 119, 225
 Eschen-Ahorn 192
 Esparsette 72, 74, 75*
 Essigmutter, Essig 152, 153
 Essigsäurebakterien 152, 153*
 Eukalyptusbaum 182
 Fadenalge 146*, 166
 Fadengeflecht 134
 Fahne 72*
 Fallschirmchen 92, 94*
 Faltenjura 210*
 Familie 11, 13
 Farne 126—132
 Farnpflanzen 156, 157
 Fäulnisbakterien 151, 152
 Feld-Ahorn 110*
 Feldchampignon 138*, 139*
 Feld-Ulme 110*
 Felsenprimel 13*, 64
 Fenchel 84
 Fermente 192, 193, 199
 Festigungsgewebe 175*, 176, 178
 Fette 27, 193
 Fettkraut 187*, 188
 Fichte 105*, 106, 119, 201, 225
 Fieder, Fiederchen 127*, 131, 132
 Fieder-Zahnwurz 26
 Fingerhut 100*
 Fingerkraut 37*
 Finger-Zahnwurz 26, 27*
 Fischreiher 216
 Flachmoor 216, 218, 221, 225
 Flaum-Hafer 57*
 Flechten 219, 221
 Fleischfresser 206, 207*
 Fleming, Alexander 143
 Flieder 185
 Fliegenpilz 138*, 139*
 Flockenblume 90, 92*
 Flügel 72*
 Flügelflieger 119
 Flugstaub 222
 Flühlblume 11, 12*, 64
 Föhre 101*, 105*, 202, 225
 Föhrenstamm 104, 105*
 Forsythia 64
 Fortpflanzung 61, 62, 77
 Fortpflanzungsorgane 18, 128, 134, 136
 Fotosynthese 190—194
 Frauenmantel 40*, 41, 185
 Frauenschuh 158*
 Freisetzen von Energie 197, 199
 Fremdbestäubung 34, 46*, 63*
 Frischgewicht 170, 171*
 Frucht 33*, 68
 Fruchtblatt 15*, 68, 73
 Fruchtfleisch 33*, 34
 Fruchtknoten 10*, 19*, 120*
 Fruchtkörper 138*, 140*
 Frucht- und Samenschale 55*
 Fruchtschuppe 102*, 103
 Fruchtträger 82*, 84
 Frucht- und Samenverbreitung 98, 113—119
 Fruchtwand 95*
 Frühblüher 23, 94, 202
 Frühlings-Schlüsselblume 11, 13*
 Fuchsschwanz 56*
 Futtergräser 50, 56*, 57*
 Gabelzahnmoos 135*
 Gallertalgen 149*, 150*
 Gänseblümchen 90
 Gänsedistel 92, 96*
 Gartentulpe 16*—20*
 Gärung 198—200
 Gärungsbakterien 152*, 153*
 Gärungsversuche 198*, 199*
 Gasaustausch 180, 181
 Gattung 11, 13
 Gauchheil 119*
 Gefäße 175*, 176*, 177*
 Gefäßbildung 168*
 Gefäßteil 175*, 176*, 177*
 Geißelträger 148*, 166
 Geißfuß 84
 Generationswechsel 128*
 Gerbstoffe 104, 109
 Germer 21*, 22
 Gerste 53*
 geschlechtliche Fortpflanzung 61*
 Getreidearten 50*, 53*, 54*
 Getreidekörner 55*, 195
 Getreideversorgung 55
 Gewebe 161*, 166
 Giftpflanzen 22, 78
 Giftpilze 140, 141
 Giftstoffe, chemische 144
 Gilbweiderich 13
 Ginster 74
 Glockenblume 118*
 Glycine 74
 Goldhaarmoss 133*, 134*
 Goldhafer 56*
 Goldnessel 45*, 113, 175*
 Goldregen 72, 74*
 Gräser 50—58
 Graslilie 23, 24*
 Grauerle 111*
 Griffel 10*
 Griffelbürste 73*
 Griffelpolster 82*
 Gross-Seggenürtel 216, 217*
 Grünalgen 145*, 146*, 148
 Grundstoffe 171—174
 Grünerle 111*
 Gundelrebe 47*, 49
 Günsel 48*, 49
 Guttation 40*, 185, 188
 Haarkelch 118
 Haarschopfsweber 97*, 98, 118*
 Haarstrang 216
 Habermark 92, 94*
 Habichtspilz 139*, 140
 Hafer 54*
 Hagebuche 108*, 119
 Hagebutte 115*
 Hahnenfuss 202
 Hainbuche 108*, 119
 Hainmoos 136*
 Hainsimse 116
 Häkelfrüchtchen 113, 116*
 Halm 51, 52*
 Hartriegel 113, 114*, 202
 Hasel 95*, 96, 202, 225
 Haselnuß 95*
 Hasenlattich 92, 96*
 Haube 133*, 134
 Haubentaucher 215, 218*
 Hauhechel 74, 75*
 Hauptwurzel 122*
 Hauswurz 187*, 188
 Haut 168, 175*, 176, 179, 180*
 Heckenkirsche 113, 115*, 202
 Heckenrose 41*, 113, 115*, 202
 Hefezellen 198*, 199, 200

Heidekraut 220, 222*
Heidekrautgewächse 220
Heidelbeere 220
Helmkraut 216
Helm-Orchis 158*
Herbstzeitlose 21*, 22
Herkuleskeule 141, 142*
Hexenkraut 113, 116*
Hexenring 138
Himbeere 37*
Himmelsherold 187*, 188
Himmelsschüsseli 11, 12*
Hirschzunge 131*, 132
Hirtentäschel 27, 28*, 165*
Hochblatt 15*
Hochmoor 219*—225
Holunder 113, 202
Holundermark 160
Holzzellen 176*, 177*, 178
Honigblätter 15
Honigrübe 44*, 46*
Honiggras 57*
Hooke, Robert 160
Hornklee 71*, 74*
Huflattich 89*, 90
Hülle (Pilze) 138*, 140
Hülle, Hüllchen 82*
Hüllblätter 86*, 88
Hülse 73*, 118, 120*
Humus 174
Hummel 18, 35, 44, 49
Hunger, Hungergebiete 58*,
59, 60
Hutpilze 138—142
Immenblatt 48*, 49
Immergrün 202
Impfung 154
Infektionskrankheiten
153—155
Insektenbestäubung 18, 19,
26, 44, 46*, 64, 65, 104
Insektenblütler 65, 67*
Jahrringe 104, 105*, 177*,
178
Jochalgen 146*, 215
Jod 145
Jod-Jodkalilösung 191, 192
Jodprobe 191, 192
Kabis 30*
Kahlschlag 209—211, 212*
Kahmhaut 152
Kalidünger 174
Kalkdünger 174
Kalkwasser 195*, 198*
Kaltenbrunnenmoor 225*
Kambium 104, 105*, 175*,
176, 177*, 178
Kamille 89*, 90
Kammgras 56*
Kantenverstärkung 43*
Kapillarkraft 182*, 184
Kapsel 10*, 19*, 117*, 118*
Karotin 81
Karotten 81, 84

Kartoffel 76—78
Kartoffelanbau 78
Kartoffelblüte 77*
Kartoffelknolle 76*
Katharinenmoos 135*
Kätzchen 95*, 97*
Katzenpfötchen 90, 93*, 188
Keimblätter 120*, 121, 122,
123*, 165*, 167
Keimling 120*, 121, 122*,
123*, 165*
Keimlingsentwicklung 165*
Keimung 120—125
Keimungsbedingungen 124*,
125*
Keimwurzel 165*
Kelch 10*
Kelchblätter 10*
Kerbel 84
Kernhaus 33*, 34
Kernholz 104, 105*
Kernobst 33*, 34
Kernspindel 163*
Kernteilung 162, 163*, 164
Keulenpilze 141
Kiefer 101*
Kieselalgen 148*, 214, 218*
Kirschbaum 34
Kirschbaumblatt 179*
Kirsche 33*
Kirschlorbeer 179
Kleberschicht 55*
Klebrige Salbei 47*, 49
Klette 90, 93*
Klettfrucht 82*, 84, 116*
Klöster 207
Knäuelgras 57*
Knollenblätterpilz 138*, 140,
141
Knospe 20*, 41*, 76*
Knoten 52*
Kohl 30*, 181
Kohlendioxid 192,
194—200
Kohlenstoff 170—174
190, 192
Kohlrabi 30*
Koloniebildung 146*, 148*,
149*, 166
Kommabakterien 151*
Kompaßpflanze 188
Konzentrationsunterschied
169
Königskerze 118, 188
Köpfchenschimmel 143,
144*
Koralle 141, 142*
Korbblütler 86—94
Kork, Korkeiche 178
Korn 53*
Krähenbeere 188
Krankheitserreger 153—155
Kratzdistel 90, 91*
Krautschicht 201
Krebschen 214, 218*
Kreislauf der Gase 196*

Kreislauf der Stoffe 205*
Kreislauf der Wassers 203*
Kresse 125*, 167*
Kreuzblütler 25—30
Kreuzungen 64, 65
Krone, Kronblätter 10*
Küchenzwiebel 123*, 160
Kugelbakterien 151*
Kulturassen des Kohls 28,
30*
Kümmel 84
kurzgrifflige Blüte 10*, 64
Kurztrieb 101*
Labkraut 113
Lachmöve 216
Lagerpflanzen 156
Laichkrautgürtel 215, 216*
Lamellen 138*, 140
langgrifflige Blüte 10*, 64
Langtrieb 101*, 102
Lanzenfarn 131*, 132
Lärche 106*
Lärchenholz 106, 177*
Lattich 183*, 188
Laubblatt 15*
Laubbäume 108—112
Laubfall 189, 205
Laubmischwald 204*
Laubmoose 134, 135*, 136*
Lavendel 49
Lebensäußerungen 159
Leberblümchen 116, 202
Lebermoose 136, 137*
Lederblätter 183*, 186*, 188
Leimkraut 186*, 188
Leinkraut 119*
Leitbündel 175*, 176, 177*,
178, 182
Lerchensporn 202, 204*
Lichtenergie 192, 194, 197
Lichtholzarten 202
Lichtmangel 201
Licht- und Schattenpflanzen
49
Liebstöckel 84
Lieschgras 56*
Liguster 113, 114*, 202
Liliengewächse 16—24
Linde 110*, 119, 225
von Linné, Carl 11
Linsen 74
Lippenblüte 44*, 46*
Lippenblütler 43—49
Lockblüten 86*
Löwenzahn 92
Lungenkraut 64, 113, 202
Lupine 72, 74
Luzerne 71*, 74
Maggikraut 84
Mäglöckchen 17*, 22, 202
Mais 54*, 59, 173*, 185
Majoran 49
Mammutbaum 182
Manchette 138*

Maniok 59
 Mannsschild 13*
 Mantel 202, 203*
 Margrite 89*, 90, 175
 Mark 104, 105*, 175*,
 176, 178
 Markstrahl 177*
 Maronenröhring 140
 Mauerraute 128*, 131
 Mehlbeerbaum 36
 Mehl-Primel 11, 12*
 Mehлтаupilze 144
 Meierysli 17*, 22, 202
 Melisse 49
 Milchsäurebakterien 152*
 Milchstern 21*, 22
 Mimose 159*
 Mischling 64, 66*
 Mittelalter 207
 Mittelstrang 168*, 170*, 182
 Möhre 81*, 82*
 Mondraute 132*
 Mondsichelalge 146*
 Moorbeere 220*
 Moor-Birke 219
 Moosbeere 220, 221*
 Moosblatt 179*, 223*
 Moose 133—137
 Mooschicht 201
 Mull 201
 Münz-Weiderich 13*
 Muschelmoos 137*

 Nabel 120*, 121
 Nachstäubende Blüten 64*
 Nachtschatten 79*, 80
 Nachtschattengewächse
 76—80
 Nacktsamige Pflanzen 103,
 104*, 156, 157
 Nadelbäume 101—107
 Nadel 101*
 Nadelstreu 102
 Nährlösung 172, 173
 Nährsalze 171, 172, 203
 Nahrungskette 206, 207*,
 214, 218*
 Narbe 10*
 Narbenbüschel 95*
 Naturlandschaft 214*, 218*
 Naturschutz, Schutz 157,
 207, 225
 Nebenblatt 72*
 Nebenwurzeln 82*, 122*
 Nektarbehälter 26*
 Nektardrüse 72*, 97*, 98
 Nelkenwurz 38*, 39*, 64,
 113
 netznervige Blätter 9*, 23
 Nieswurz 14*, 15*, 179
 Nikotin 78
 Nüßchen 61*
 Nüße 95*, 116

Obstbäume 33—36
 Öl 27, 88

Orchideen 157, 158*
 Osmose 169*, 170*, 182,
 184

 Palisadengewebe, -schicht
 180*, 192
 Pappel 112*, 217
 Paprika 78
 Pasteur, Louis 200
 Pasteurisieren 200
 Pastinak 83*, 84
 Pelargonium 192
 Penicillin 143
 Peperoni 78
 Perlschnuralge 149*
 Petersilie 84
 Pfaffenhütchen 113, 114*,
 202
 Pfahlbauer 206
 Pfahlwurzel 81*, 82*
 Pfefferminze 49
 Pfennigkraut 13*
 Pflanzenfresser 206, 207*
 Pflanzengürtel 214*, 216*,
 217*
 Pflanzenreich, Übersicht 156
 Pflanzenzellen 159—166
 Pfropfen 35*
 Phosphordünger 174
 Pilze 138—144
 Pilzfadengeflecht 138*, 140*,
 143
 Pinselschimmel 143, 144*
 Pioniere 173*
 Pippau 92, 94*
 Plankton 146*, 148*, 214,
 218*
 Plasma 68, 69*, 161*, 162*
 Plasmaströmung 161, 162*
 Platterbse 71*, 72*, 74, 75*,
 118, 202
 Plenterwald 212, 213*
 Pollenkern 68, 69*
 Pollenkörner 65, 67*, 101*,
 224*
 Pollenschlauch 68, 69*
 Polsterpflanzen 186*, 187*,
 188
 Prachtbecher 141, 143*
 Preiselbeere 188, 220*
 Preßhefe 199
 Primel 12*, 13*
 Pyrogallol 125

 Quellungsdruck 121*
 Quellungsversuch 121*

 radiäre Blüte 10*, 18*, 26*,
 44
 Raps 27, 29*
 Raygras 56*, 57*
 Reis 59
 Reizker 140
 Relikt 221
 Ried 216, 218
 Riementang 147*

Rinde 104, 105*, 175*, 176
 Ringelblume 86
 Ringwulst 127*
 Rippenfarn 132*
 Rispengras 56*
 Rispengräser 56*, 57*
 Robinie 74
 Rodungen 206—208
 Rodungsinseln 208*
 Roggen 51*—53*
 Roggenähre 50*
 Röhrenblüten 86*, 87*, 88
 Röhrenblütige 90
 Röhricht 215, 217*
 Rohrkolben 215
 Röhrlinge 140
 Römer 207
 Rosenartige 36—42
 Rosengewächse 33—42
 Rosenkohl 30*
 Rosmarin 49
 Rosmarinheide 220, 221*
 Rostpilze 144
 Rotalgen 145*, 150*
 Rot-Klee 71*, 73*, 74
 Rottanne 105*, 106
 Ruchmehl 54
 Rudbeckia 86

 Sägetang 147*
 Salat 92
 Salbei 46*, 47*, 49
 Salomonssiegel 17*, 22, 63*,
 113, 202
 Salweide 97*, 98
 Same 10*, 11, 19*, 68, 120*
 Samenanlage 10*, 68, 69*,
 102*, 103, 104*,
 120*, 165*
 Samenlose Vermehrung 61*,
 62, 77
 Samenruhe 120
 Samenschale 120*, 121
 Samenverbreitung 103*,
 113—119
 Sammetblume 86
 Sanikel 84, 85*
 Sauerklee 159*
 Sauerstoff 124, 125*,
 190—192, 194—197
 Schachblume 23, 24*
 Schachtelhalm 156, 185
 Schädlinge des Waldes 206
 Schafgarbe 89*, 90
 Schaft 9
 Scharbockskraut 61*, 62
 Schattenblume 17*, 22, 202
 Schattholzarten 202
 Schaumkraut 25*, 26, 104*
 Schaumzikade 25*
 Scheibenflieger 119
 Scheide 81*
 Scheinfrucht 33*
 Schiffchen 72*
 Schildchen 55*
 Schimmelpilze 141, 143

- Schimmelpilzkultur 141*, 143
Schlafbewegungen 159*
Schlagbaumvorrichtung 46*
Schlauchpilze 141
Schlehdorn 36
Schleier 127*, 138*
Schlenke 219
Schließzellen 181
Schlüsselblume 9*, 10*, 11, 12*, 13*, 202
Schlüsselblumengewächse 9—13
Schmetterlingsblüte 72*, 73*
Schmetterlingsblütler 70—75
Schneeball 113, 114*, 202
Schopftintling 139*, 140
Schorf 144
Schötchen 27, 28*, 29*, 165*
Schote 26*, 29*, 104*
Schotenklee 71*, 74*
Schraubenalge 146*
Schutzgewebe 178
Schutzwald 213
Schwalbenschwanzraupe 81*, 82
Schwammgewebe, -schicht 180*, 182, 192
Schwarzerle 111*
Schwarzwurzel 92
Schwefelregen 224
Schwellkörper 50*, 51
Schwertlilie 181*
Schwingel 57*, 183*, 188
Seebinsie 215
Seekreide 214, 223
Seerose 181, 214*, 215, 216*
Seerosengürtel 214*, 215, 216*
Segge 116, 117*, 216
Seggengürtel 216, 217*
Seitenknospen 30*
selbständige Ernährungsweise 193, 194
Selbstbestäubung 34, 46, 63*
Sellerie 84
Semmelstoppelpilz 139*, 140
Senf 27, 29*
Senker 37*
Siebplatte 176*
Siebröhren 176*, 177*, 192, 193
Siebteil 175*, 176*, 177*
Silberdistel 90, 92*
Silberwurz 38, 39*
Sog 184, 185
Soldanelle 13*
Sommer-Linde 110*
Sonnenblume 86*, 87*, 88, 123*
Sonnenlicht, Licht 190—192, 194
Sonnentau 221, 223*
Spaltalgen 149*, 156
Spaltfrucht 82*
Spalthälften 163*, 164
Spaltöffnungen 180*, 181*, 182, 185, 192
Spaltpilze 151—154, 156
Speichergewebe 178, 193, 194
Speicherorgane 193
Speicherschale 20*
Speicherung der Sonnenenergie 194
Speisemorchel 141, 143*
Spelzen 50*, 51
Spielarten des Kohls 30*
Spindel 51
Spinnenblume 158*
Spiraea 192
Spirillen 151*
Spitz-Ahorn 109*
Splintholz 104, 105*
Sporen 127*, 134*, 140*, 141, 143, 151, 200
Sporenkapsel 127*, 134*, 135*, 136*
Sporenpflanzen 156
Spreublatt 86, 87*, 88
Spreuschuppen 126*
Springkraut 116, 117*, 175
Spritzbeläge 144
Sprosspflanzen 156
Sprossung 198*
Stäbchenbakterien 151*, 154*
Stallmist 174
Stärke 55, 74, 77, 191, 192*, 193*, 194
Stärkeversuch 191*
Staubbeutel 18*
Staubblatt 18*
Staubblattfach 46*
Staubblüten 101*
Staubfaden 18*
Staubfadenhaar 162*
Staubfadenröhre 73*
Stäubling 141, 142*
Stechpalme 202
Steckling 62*, 77
Steinbrech 187*, 188
Steineiche 109*
Steinobst 33*, 34
Steinpilz 140, 142*
Stempel 10*, 15*, 68, 69*
Stempelknospe 95*
Stengelknollen 62, 77
Stengelquerschnitt 175*
Stengel und Stamm 175—178
Sterilisieren 143, 153
Sternoldie 84, 85*
Sternmoos 135*, 179*
Stickstoff 70
Stickstoffdüngung 70, 174
Stieleiche 109*
Stoffabbau 152, 200, 205*
Stoffaufbau 190—194
Stoppelpilze 140
Storchenschnabel 116, 117*, 183*, 188
Storchschnabelfarn 129*, 131
Strahlenblütige 90
Strauchschicht 201, 213*
Streifenfarn 129*, 131
streifennerviges Blatt 16*, 23
Stütz- und Festigungsgewebe 178
Sucht 200
Süßwasseralgen 146, 147—150
Symbiose 70, 221
Tabakpflanze 78, 79*
Tangwiese 145, 147*
Tannlimoos 133*
Täschelkraut 27, 29*
Taubnessel 43*—45*, 47*, 113, 175
Taumantel 40*, 185
Teichrohrsänger 216
Teichrose 215, 216*
Teilblättchen 72*
Teilfrüchtchen 45*, 82*, 84
Thymian 47*, 49
Tiefkühlen 143, 153
Tochterzellen 163*, 164
Tollkirsche 78, 79*
Tomate 78
Ton 223
Torf 223
Torfmoos 219, 221—223*
Tradeskantia 162*, 181, 192
Traubenkirsche 36
Traubenzucker, Zucker 192, 193, 196—200
Trespe 57*
Trichterlilie 23, 24*
Trockengewicht 170, 171*
Trüffel 141
Tulpenblüte 18*
Tüpfelfarn 129*, 131
Türkenbund 21*, 22
Ufergebüsch 217*
Ulme 110*, 119, 225
ungeschlechtliche Fortpflanzung 61*, 62, 77
unselbständige Ernährung 193
Unterernährung 59
Unterlage 35*, 41
Unterständiger Frucht-knoten 33*, 34, 82*, 87*, 88
Urwald 204*, 206, 208
Vegetationsgürtel 214*, 216*, 217*
Veilchen 113, 202
Verbrennung 196, 197

Verdunstung 180, 181, 185
Verdunstungsmenge 185
Verdunstungsversuch 182*,
185
Veredeln 35*
vergeilende Pflanze 124*
Vergiftungen 141
Verlandung 214—218
Venusfliegenfalle 159, 160*
Verschiedengriffligkeit 10*,
64
Viren 154, 155
Vitamine 28, 54
Vogelbeerbaum 36
Vollkornmehl 54
Vorkeim 127, 128*
vorstäubende Blüten 46*,
64, 82*
Wacholder 107*, 225
Wachstumszonen 122, 162,
164*
Wald 201—213
Waldfarn 130*, 131
Wald- und Vegetations-
geschichte 224, 225
Waldgrenze 106, 207, 211*
Waldhirse 57*
Waldklima 203
Waldmeister 113, 116*, 202
Waldnelke 100*
Waldpflege 209
Waldrand 203*
Waldrebe 177*, 202
Wald-Schlüsselblume
9*—11, 13*
Waldvögelein 158*
Wald-Ziest 48*, 49
Walnußbaum 100*
Wärme 124, 196, 197, 199
Wassergehalt 171
Wasserhaushalt 182, 183,
184—189, 212, 213
Wasser- und Nährstoffleitung
177*
Wasserlinse 172*
Wasserpflanzen, Bau 215
Wasserpest 161*, 162*
Wasserpestversuch 190*
Wedel 126*
Wegerich 64*
Wegwarte 92, 94*
Weiden 97—100, 217, 225
Weidenkätzchen 97*, 99*
Weidenröschen 118*
Weiderich 13*
Weißbuche 108*, 119
Weißdorn 36, 113, 115*,
202
Weißmehl 54
Weißtanne 104, 105*, 119,
201, 202, 225
Weißwurz 17*, 22
Weizen 53*
Weymouthskiefer 107*
Wicke 70*, 72*, 118

Wiesenknopf 40*, 41
Wiesen-Salbei 46*, 49
Wiesen-Schaumkraut 25*,
26*, 104
Wildkohl 28
Wildtulpe 17*
Wildrose 41*
Windblütler 51, 65, 67*, 98
Winde 118*, 119
Windstreuer 118
Winteraster 62*
Winter-Linde 110*
Wirtschaftsformen (Wald)
209—212
Wirtspflanze 70
Wollgras 220, 222*
Wucherblume 89*, 90
Wundklee 74, 75*
Wurmfarn 126*, 127*, 128*
Wurzel 167—174
Wurzelbau 168*
Wurzeldruck 182*, 184
Wurzelhaare 133, 167*,
168*, 170*, 182*, 184
Wurzelhaube 168*
Wurzelknöllchen 70*
Wurzelknollen 61*, 62
Wurzellängsschnitt 168*
Wurzelrinde 168*, 170*,
182, 184
Wurzelschößlinge 37
Wurzelstock 9, 22, 27*, 62,
63*, 126*

Ysop 49

Zackenrädchen 146*, 148
Zahnwurz 26, 27*
Zäpfchen, Zapfen
102*—107*
Zapfenblüte 102*
Zellkern 161*, 162, 163*,
164
Zellkolonien 146*, 148*,
149*, 150*, 166
Zellplasma 161*, 164
Zellsaft 161*, 164
Zellsternchen 146*
Zellstreckung 164*, 178
Zellstreckungszone 168*
Zellteilung 162, 163*, 164,
178
Zellteilungszone 168*
Zellulose 160, 161, 193
Zellwand 160, 161*
Ziest 48*, 49, 188
Zinnien 86
Zittergras 57
Zungenblüten 86*
Zungenblütige 90
Zweigalge 146*
Zweihäusige Pflanze 97*,
100*, 107
Zweijährige Pflanzen 61
Zweikeimblättrige Pflanzen
23, 112, 123*, 156

zweiseitig-symmetrische
Blüte 44*, 72*
Zwerg-Birke 220, 221, 223*
Zwerg-Miere 186*, 188
Zwergweiden 99*
Zwiebel 16*, 20*, 62
Zwiebelboden 20*
Zwiebelhaut 160*, 161*
Zwiebelscheibe 20*
Zwittrige Blüte 100*

